ORTAÖĞRETİM

FİZİK

10

DERS KİTABI

YAZARLAR

Adnan KADEROĞLU

Necdet KAYA

Veysel Emrah KARAASLAN

Yusuf Serhat KOÇ

DEVLET KİTAPLARI

BİRİNCİ BASKI

.........................., 2019

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ....: 6972
DERS KİTAPLARI DİZİSİ ....: 1827



HAZIRLAYANLAR

EDİTÖR

Necdet KAYA

DİL UZMANI

Kemal BATMAZ
Mustafa YEŞİLKAYA

GÖRSEL TASARIM UZMANI

Adem GÜNEŞ
Esra ÇALHAN
Kadir KAHRAMAN

GRAFİK TASARIM UZMANI

Adem GÜNEŞ
Selahattin ÇEKCEN

ISBN 978-975-11-4910-7

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 18.04.2019 gün ve 8 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiş, Destek Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 28.05.2019 gün ve 10443977 sayılı yazısı ile birinci defa 200.782 adet basılmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

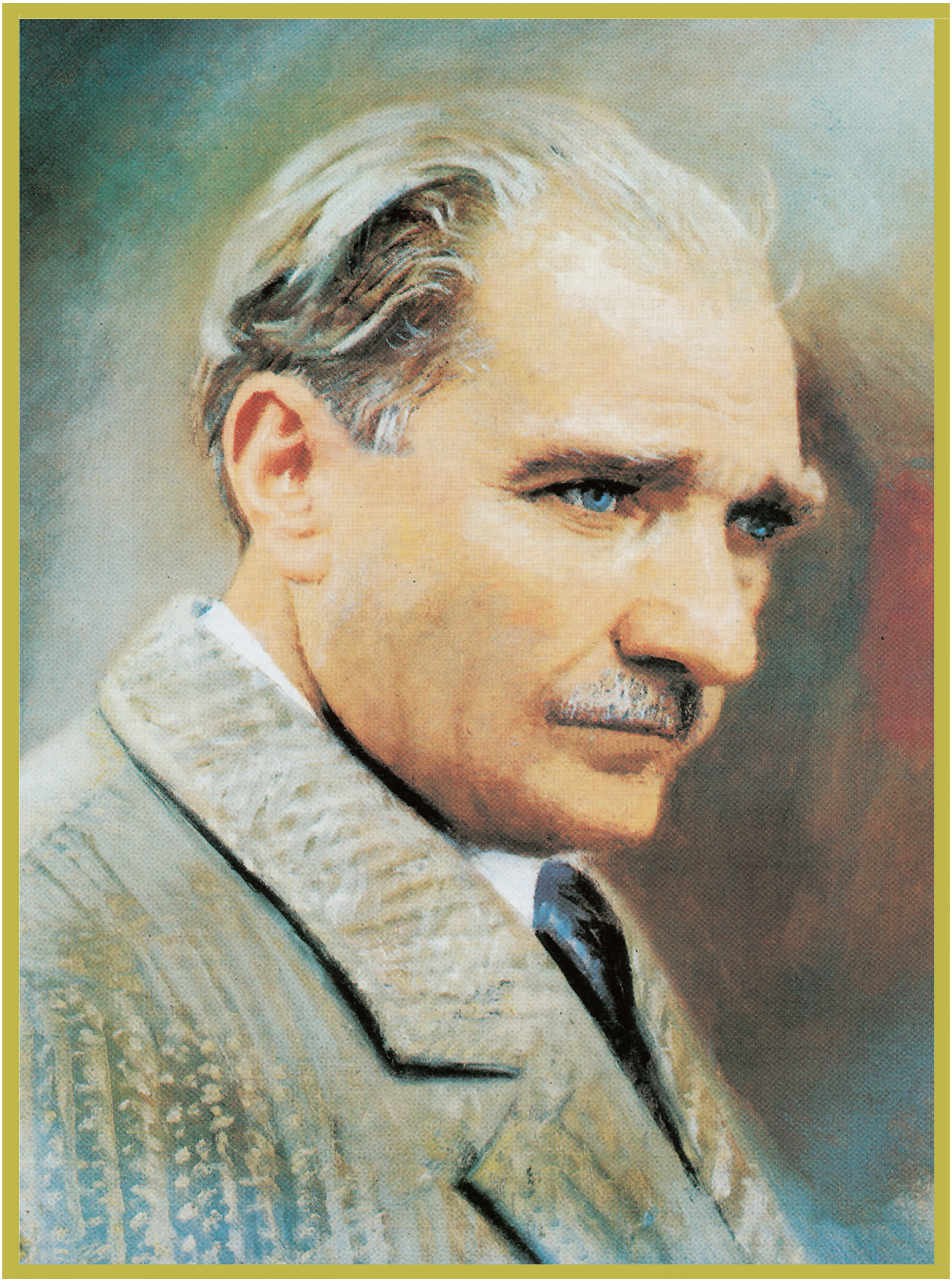
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK



4. ÜNİTE

Ünite numarasını gösterir.

Ünite karekodunu gösterir.

Bölüm numarasını gösterir.

Bölümde geçen anahtar kavramları gösterir.

Ünite adını gösterir.





Bölümde yer alan konu başlıklarını gösterir.

Ünitede yer alan bölüm başlıklarını ve başlıkların sırasını gösterir.

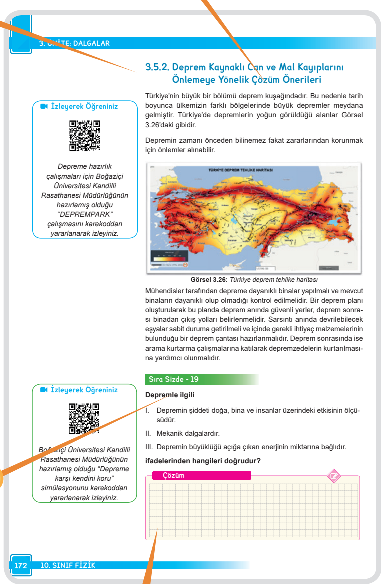
Ünite giriş yazısını gösterir.

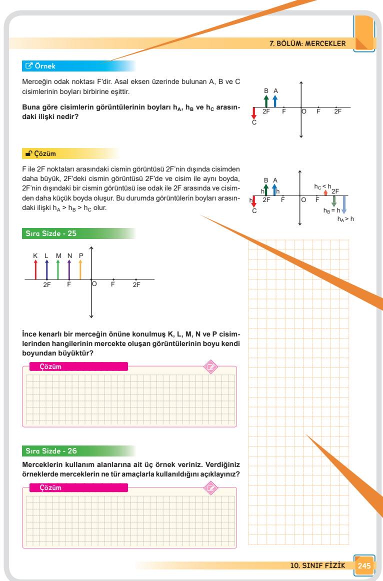
Bölüm giriş yazısını gösterir.

Ünite, bölüm ve konu numarasını gösterir.

Konu anlatımını gösterir.

Örnek soruyu gösterir.





Örnek soru çözümünü gösterir.

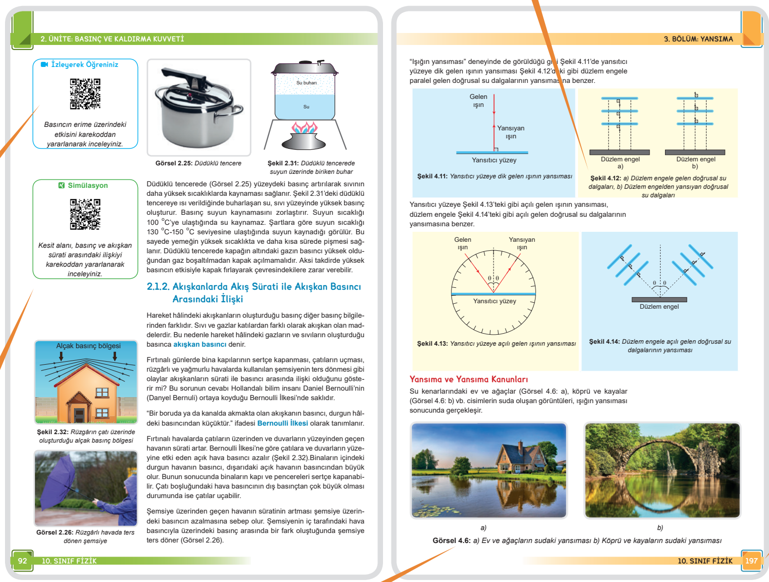
Not alma alanını gösterir.

“Sıra Sizde” sorusunu gösterir.

“Sıra Sizde” sorusunun çözümü için ayrılmış çözüm alanını gösterir.

Şekil künyesini gösterir.

Konuyla ilgili videolara ulaşmak için gerekli karekodu gösterir.



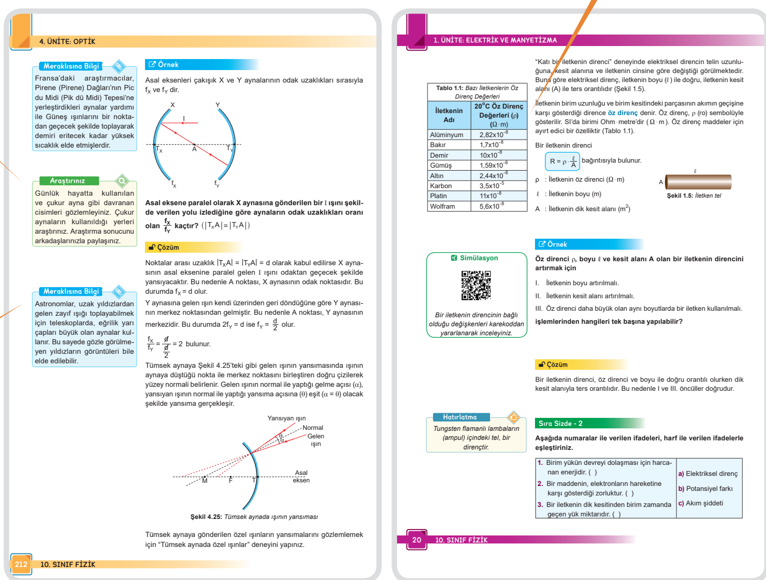
Sayfa numarasını gösterir.

Konuyla ilgili simülasyona ulaşmak için gerekli karekodu gösterir.

Görsel künyesini gösterir.

Konuyla ilgili verilerin yer aldığı tabloyu gösterir.

Araştırma yapılacak konuyu gösterir.



Konuyla ilgili merak uyandıran bilgileri gösterir.

Ünitedeki deney numarasını gösterir.

Deneyde alınması gereken tedbirleri belirten güvenlik sembolünü gösterir.

Ünitedeki etkinlik numarasını gösterir.

Yapılacak etkinliğin adını, amacını ve kullanılan malzemeleri gösterir.

Etkinlikte kullanılacak video veya simülasyonlara ulaşmak için gerekli karekodu gösterir.

Etkinliğin yapılış basamaklarını gösterir.

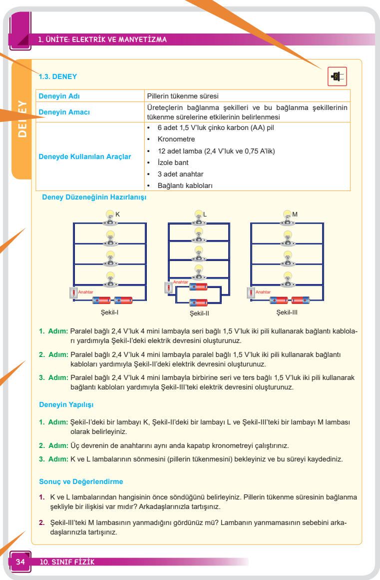
Yapılacak deneyin adını, amacını ve kullanılan araçları gösterir.

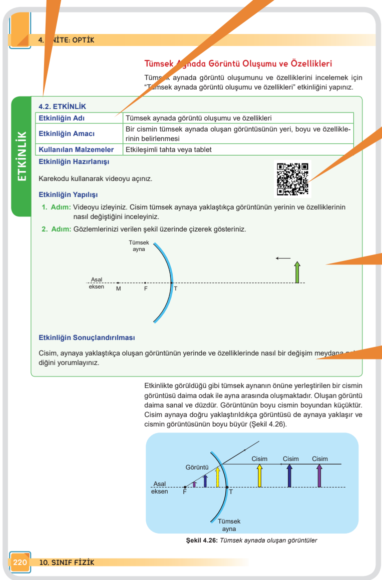
Yapılacak deneyin hazırlanışını gösterir.

Yapılacak deneyin basamaklarını gösterir.

Etkinliğin sonucuna yönelik soruları gösterir.

Deneyin sonucuna yönelik soruları gösterir.





Hazırlanacak projenin içeriğini, süresini ve beceriler kısmını gösterir.

Ölçme ve değerlendirmede boşluk doldurma sorularını gösterir.

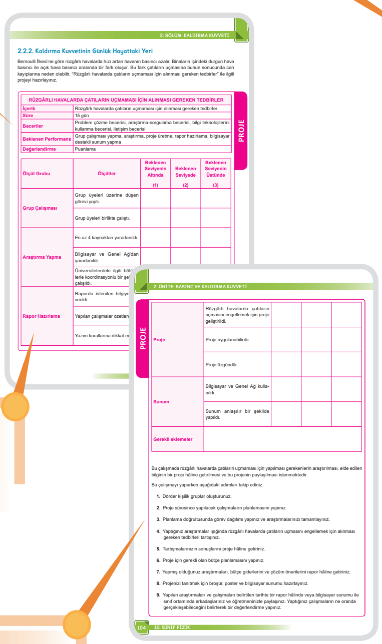
Ölçme ve değerlendirmede kısa cevaplı soruları gösterir.

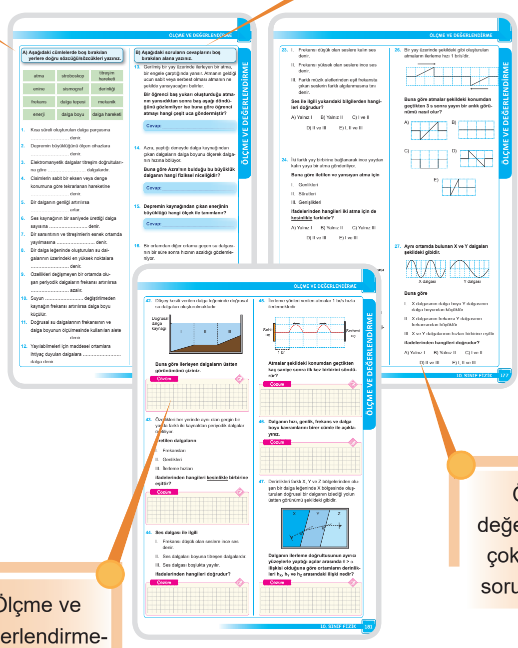
Projenin ölçme kısmını gösterir.

Ölçme ve değerlendirmede çoktan seçmeli soruları gösterir.

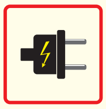
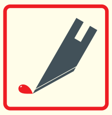
Proje yönergesini gösterir.

Ölçme ve değerlendirmede açık uçlu soruları gösterir.



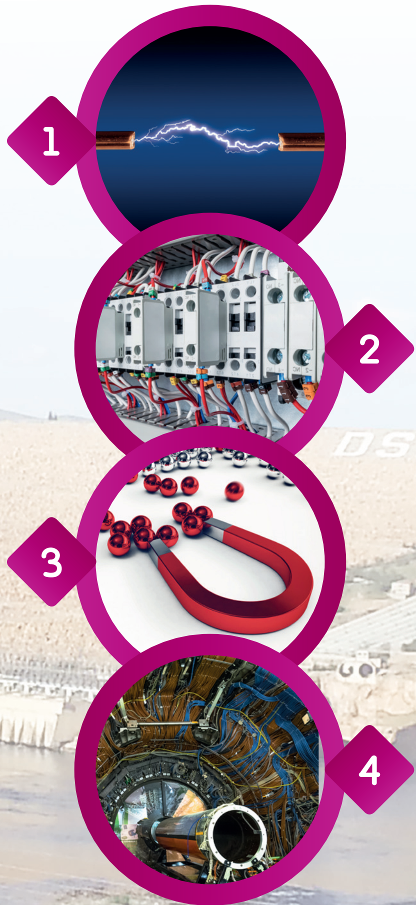


GÜVENLİK İŞARETLERİ

	**Isı Güvenliği** Isıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.		**Elektrik Güvenliği** Elektrik şehir hattından alınmalı, güç kaynağı kullanırken iletken kısımlara dokunulmamalıdır.
	**Göz Güvenliği** Koruyucu gözlük ve maske kullanılarak yüz ve gözler tehlikelere karşı korunmalıdır.		**Kırılabilir Cam Güvenliği** Laboratuvar malzemeleri kırılarak size ve çevrenize zarar verebilir. Bu malzemeleri kullanırken dikkatli olunmalıdır.
	**Kesici-Delici Cisim Güvenliği** Yaralanmalara yol açabileceğinden kesici ve delici araç gereçler kullanılırken dikkatli olunmalıdır.		**LASER Işını** Yapılacak işlemlerde LASER ışığının göze tutulmaması gerektiğini belirtir.
	**Sağlık Tehlikesi** Alerjik deri reaksiyonlarına neden olabileceğinden vücut ve gözle temas ettirilmemeli, koruyucu giysi giyilmelidir.		**Radyoaktif** Radyasyona neden olur. Canlı dokularına kalıcı hasar veren kanserojen etki yapar. Bu işaretin bulunduğu yerlerden uzak durulmalıdır.
	**Korozif (Aşındırıcı)** Metalleri ve canlı dokuları aşındırabileceğinden canlı dokuları ve araç gereçleri korumak için önlemler alınmalıdır.		**Oksitleyici, Yanıcı Madde** Havasız ortamda bile yanabilir. Yanabilen maddelerle karıştırılırsa patlayabilir. Tutuşturucularla teması önlenmelidir.
	**Toksik (Zehirli) Madde Güvenliği** Vücut ile temas ettirilmemelidir. Zehirlenme belirtileri görüldüğünde tıbbi yardım alınmalıdır.		**Patlayıcı Madde** Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır.
	**Parlayıcı Madde ve Yüksek Isı** Yangın çıkmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.		**Zararlı veya Tahriş Edici** Alerjik deri reaksiyonlarına neden olur. Ozon tabakasına zarar verebilir. Vücuda ve göze temasından kaçınılmalıdır. Koruyucu giysi giyilmelidir.

1. ÜNİTE

ELEKTRİK VE MANYETİZMA



Bu ünitede fiziğin alt dallarından biri olan elektromanyetizma alanına giren elektrik ve manyetizmayla ilgili olaylar ele alınacaktır.

Elektrik yüklerinin hareketi sonucunda oluşan elektrik akımı ve bu akımın etkileri anlatılacak, mıknatısların oluşturduğu manyetik alanın özellikleri ve akım geçen telin çevresinde oluşan manyetik alan incelenecektir. Ayrıca Dünya'nın manyetik alanı ve etkileri açıklanacaktır.

Keban Barajı ve Hidroelektrik Santrali/Elazığ

1. BÖLÜM
ELEKTRİK AKIMI, POTANSİYEL FARKI VE DİRENÇ

Konular

1.1.1. Elektrik Akımı, Direnç ve Potansiyel Farkı Kavramları

1.1.2. Katı Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler

Anahtar Kavramlar

- Elektrik akımı
- Potansiyel farkı
- Direnç
- Elektromotor kuvveti



- **Yüksek binalarda yıldırım düşmesine karşı önlem olarak paratoner bulunmaktadır. Paratonerlerin çalışma prensibi nasıldır?**
- **Elektrik yüklü iletken bir küre, yüksüz iletken bir küreye dokundurulduğunda toplam yük iletken küreler arasında paylaşılır. Bunun sebebi nedir?**

Bu bölümde elektrik yüklerinin hareketi sonucunda oluşan akım, potansiyel farkı, katı iletkenlerin direnci ve direncin bağlı olduğu değişkenler analiz edilerek elektrik akımı, potansiyel farkı ve direnç arasındaki matematiksel model çıkarılacaktır. Katı, sıvı ve gaz ortamında elektrik akımının nasıl iletildiği açıklanacaktır.

1.1.1. Elektrik Akımı, Direnç ve Potansiyel Farkı Kavramları



Görsel 1.1: *15 Temmuz Şehitler Köprüsü*

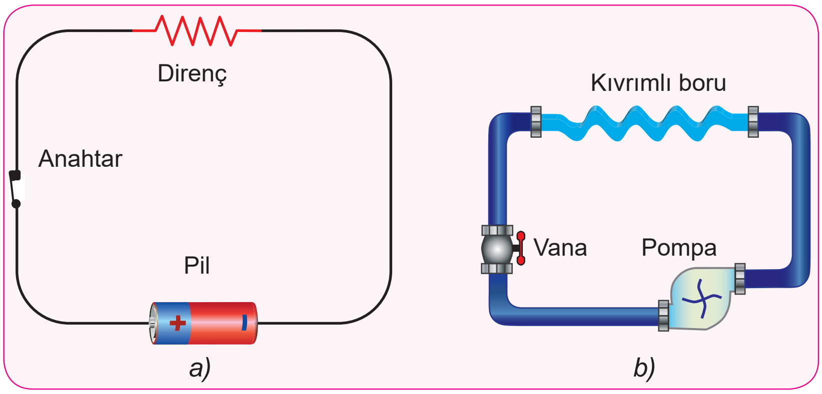
Elektrik enerjisi günlük hayatta ısıtmadan soğutmaya, haberleşmeden bilgisayara, aydınlatmadan (Görsel 1.1) harekete kadar birçok alanda kullanılır.

Pil, akü ve jeneratör gibi araçların ürettiği elektrik enerjisi el feneri, telefon, bilgisayar ve elektrikli otomobillerde kullanılır. 21. yüzyılda elektrik enerjisi ile çalışan otomobiller (Görsel 1.2), insanlığın ihtiyaç duyduğu temiz çevreyi sağlayacak önemli değişimlerden biri olacaktır.



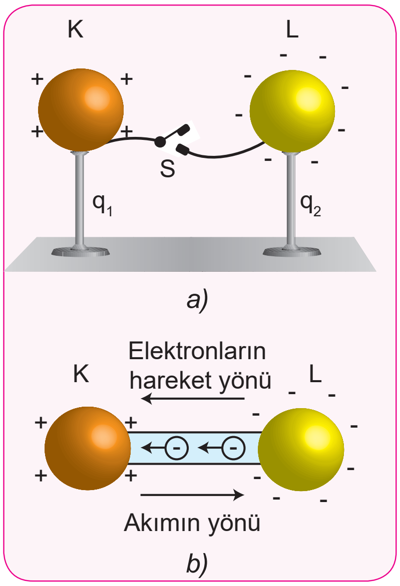
Görsel 1.2: *Elektrik enerjisiyle çalışan otomobil*

Basit bir elektrik devresi (Şekil 1.1: a), su tesisatına benzer (Şekil 1.1: b). Elektrik devresindeki üreteç su tesisatındaki pompaya, anahtar vanaya, direnç de kıvrımlı boruya benzetilebilir. Musluk açıldığında pompa çalışır ve oluşan basınç farkı nedeniyle su borularda hareket eder. Basit elektrik devresinde ise bu durum, anahtar kapatıldığında devrede elektronların hareket etmesine karşılık gelir.

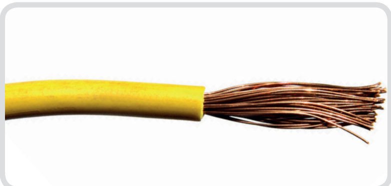


Şekil 1.1: *a) Basit elektrik devresi b) Basit su tesisatı*

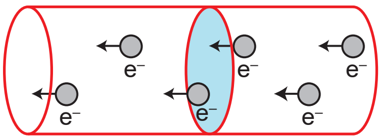
Bir su tesisatındaki borularda daima suyun bulunması gibi elektrik yükleri de iletken telde hazır bulunur. Suyun borularda dolaşması su pompasının çalıştırılmasıyla gerçekleşir. Elektronların hareket edebilmesi için de bir etki gereklidir. Bu etki üreteç tarafından sağlanan potansiyel farkıdır.



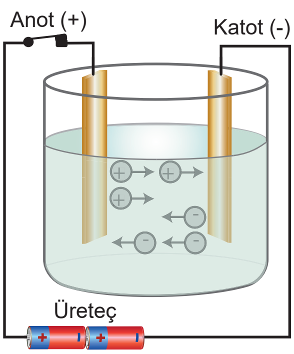
Şekil 1.2: *a) Yük miktarları farklı özdeş iletken küreler b) Anahtar kapatıldığında telden geçen akımın ve elektronların hareket yönü*



Görsel 1.3: *Yalıtılmış iletken teller*



Şekil 1.3: *İletken tel içerisinde elektronların hareket yönü*



Şekil 1.4: *Sıvılarda artı (+) ve eksi (-) iyonların oluşturduğu elektrik akımı*

Birim yükün devreyi dolaşması için gerekli enerjiye **potansiyel farkı** denir. Potansiyel farkı V sembolüyle gösterilir. SI'da (Uluslararası Birim Sistemi) birimi Volt'tur. Kapalı bir elektrik devresine üreteç bağlandığında, elektronlar elektromotor kuvveti etkisiyle harekete geçer ve akım oluşur. Bir üreteç üzerinden akım geçmediği durumda üretecin uçları arasındaki potansiyel farkına üretecin **elektromotor kuvveti** denir. SI'da birimi Volt'tur. ε (epsilon) ile gösterilir.

Bir iletkenin dik kesitinden birim zamanda yük cinsine bakılmaksızın geçen toplam yük miktarına (mutlak değerce toplamına) **akım şiddeti** denir. Akım şiddeti I sembolüyle gösterilir. SI'da birimi Amper'dir (A). Temel büyüklüklerden olup skaler bir büyüklüktür.

Bu tanıma göre Akım şiddeti = $\dfrac{\text{Toplam yük}}{\text{Zaman}}$ dır.

Buradan $I = \dfrac{q}{t}$ bağıntısına ulaşılır.

I : Devrede oluşan akımın şiddeti (Amper)

q : Devreden geçen net yük (Coulomb)

t : Zaman (saniye)

Elektrik akımının yönü, negatif yüklerin hareket yönüyle zıt yönde kabul edilir. Bu nedenle elektrik devrelerinde elektrik akımının yönü üretecin artı (+) kutbundan eksi (-) kutbuna doğrudur.

Yük miktarları farklı özdeş K ve L iletken kürelerini birbirine bağlayan iletken tel üzerindeki S anahtarı kapatıldığında L küresinden K küresine doğru yük akışı olur (Şekil 1.2: a, b). Yük akışı, küreler özdeş olduğu için yük miktarları eşitleninceye kadar devam eder. Bu esnada elektronların hareketinden dolayı elektronların hareketine ters yönde K'den L'ye doğru akım oluşur.

Elektrik akımını iletebilen maddelere **iletken madde** denir. Bütün metaller oda sıcaklığında iletkendir. Bakır ve alüminyum, elektrik tesisatlarında sıklıkla kullanılan iletken maddeler olarak ön plana çıkar.

Elektronların, üzerinde serbestçe hareket edemediği (elektrik akımını iletemeyen) maddelere **yalıtkan madde** denir. Plastik, cam ve porselen gibi maddeler yalıtkan maddelerdir. Yalıtkan maddeler elektrik devrelerinde, iletken tellerin dış kısımlarında yalıtkanlık sağlayarak elektrik akımının oluşturabileceği olumsuz etkileri önlemek amacıyla kullanılır (Görsel 1.3).

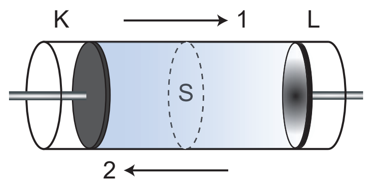
Katı bir iletkenin uçlarına uygulanan potansiyel farkı nedeniyle iletkenin içerisinde düzenli bir şekilde hareket eden serbest elektronlar, elektrik akımının oluşmasına neden olur (Şekil 1.3).

İyonik bağlı bileşiklerin sıvı çözeltilerinde pozitif ve negatif iyonlar bulunur. İyonik bağlı bileşiklerin sıvı çözeltilerinde elektrik akımı bu iyonların hareketiyle meydana gelir. Elektrik devresinde pozitif iyonlar eksi uca (katot) hareket ederken negatif iyonlar artı uca (anot) hareket eder (Şekil 1.4). Hareket eden toplam iyon miktarı elektrik akımını oluşturur. Saf su, içerisinde iyon bulundurmadığı için elektrik akımını iletmezken tuzlu su içerisinde bol miktarda iyon bulunduğu için elektrik akımını iletir.

Gazlar, normal şartlarda elektrik akımını iletmezken yüksek sıcaklık ve düşük basınçta elektrik akımını iletebilir. Plazmalar yapılarında bol miktarda bulunan pozitif iyon ve serbest elektronlar sayesinde elektrik akımını iletir.

Örnek

İçerisinde, iyon içeren çözelti bulunan K-L tüpünün S kesitinden 10 saniyede 1 yönünde 15 Coulomb'luk negatif iyon, 2 yönünde ise 25 Coulomb'luk pozitif iyon geçmektedir.



Buna göre S kesitinden geçen yüklerin oluşturduğu akımın şiddetini ve yönünü bulunuz.

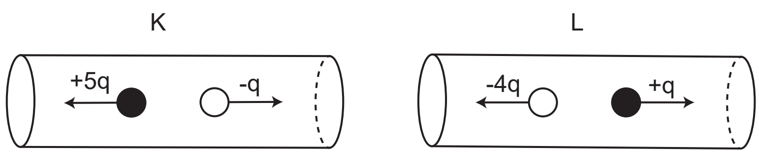
Çözüm

S kesitinden geçen yüklerin mutlak değerce toplamı

$q_{Toplam} = |-15| + |+25| = 40$ Coulomb olur. $I = \frac{q_{Toplam}}{t}$ den akımın değeri

$I = \frac{40}{10} = 4$ A'dir. Akımın yönü negatif yüklerin hareket yönünün tersi yönünde olacağından 2 yönünde oluşur.

Sıra Sizde - 1



İçerisinde, iyon içeren çözelti bulunan K ve L tüplerinde hareket yönleri ve yük miktarları verilen iyonların t sürede oluşturduğu akım şiddetleri sırasıyla I_K ve I_L dir.

Buna göre $\frac{I_K}{I_L}$ oranı kaçtır?

Çözüm

1.1.2. Katı Bir İletkenin Direncinin Bağlı Olduğu Değişkenler

Bir iletkenin, üzerinden geçen elektrik akımına karşı gösterdiği zorluğa **elektriksel direnç** denir. Akımın bir direnç üzerinden geçmesi sonucunda elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür.

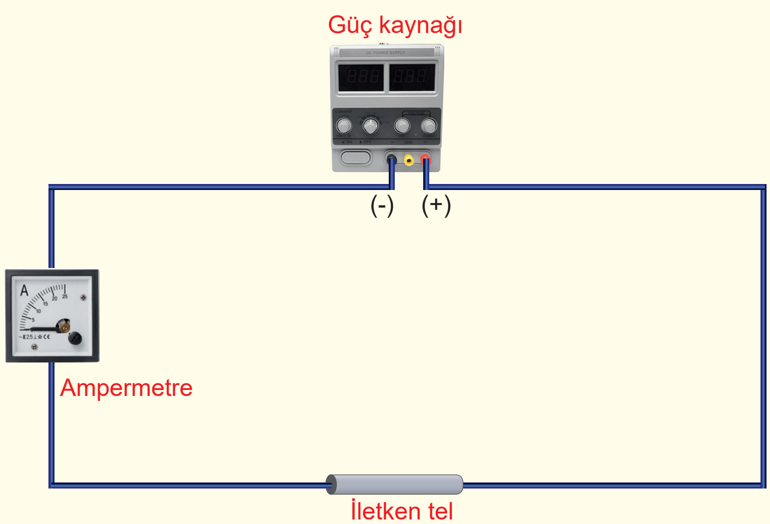
Katı bir iletkenin elektriksel direncini etkileyen değişkenlerin neler olduğunu "Katı bir iletkenin direnci" deneyini yaparak inceleyiniz.

DENEY

1.1. DENEY

Deneyin Adı	Katı bir iletkenin direnci
Deneyin Amacı	Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenleri belirleyerek matematiksel modelinin çıkarılması
Deneyde Kullanılan Araçlar	• DC güç kaynağı (0-25 V) • 1 m uzunluğunda 1,5 mm^2 kesit alanlı bakır tel • 1 m uzunluğunda 2,5 mm^2 kesit alanlı bakır tel • 0,5 m uzunluğunda 1,5 mm^2 kesit alanlı bakır tel • 1 m uzunluğunda 1,5 mm^2 kesit alanlı demir tel • Ampermetre (Devrede oluşan elektrik akımını ölçen araçtır.) (0-1 A) • Yalıtkan zemin

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



1. **Adım:** Güç kaynağının çıkışını bağlantı kablosuyla ampermetrenin girişine bağlayınız.

2. **Adım:** Ampermetrenin çıkışını bağlantı kablosuyla iletken telin ucuna bağlayınız.

3. **Adım:** İletken telin diğer ucunu bağlantı kablosuyla güç kaynağının girişine bağlayınız.

DENEY

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Güç kaynağını 3 V olacak şekilde ayarlayınız. Uzunluğu 1 m olan ince bakır teli ampermetreye devredeki gibi seri bağlayınız. Güç kaynağını açarak ampermetrede okunan değeri Tablo 1 ve 2'de yerine yazınız.

2. Adım: Güç kaynağını kapatınız. 1 m uzunluğundaki ince bakır telin yerine 0,5 m uzunluğundaki ince bakır teli bağlayınız ve güç kaynağını açarak ampermetrede okunan değeri Tablo 1'e yazınız.

3. Adım: Güç kaynağını kapatınız. 0,5 m uzunluğundaki ince bakır teli çıkarıp yerine 1 m uzunluğundaki kesiti 2,5 mm^2 olan kalın bakır teli bağlayınız ve güç kaynağını açarak ampermetrede okunan değeri Tablo 1'e yazınız.

4. Adım: Güç kaynağını kapatınız. 1 m uzunluğundaki kalın bakır teli çıkarıp yerine 1 m uzunluğundaki ince demir teli bağlayınız. Güç kaynağını açarak ampermetrede okunan değeri Tablo 2'de yerine yazınız.

Tablo 1

İletkenin Cinsi	İletkenin Boyu (Metre)	İletkenin Kesit Alanı	Potansiyel Farkı (Volt)	Akım (Amper)
Bakır	1	İnce (1,5 mm^2)	3	
	0,5	İnce (1,5 mm^2)	3	
	1	Kalın (2,5 mm^2)	3	

Tablo 2

İletkenin Cinsi	İletkenin Boyu (Metre)	İletkenin Kesit Alanı	Potansiyel Farkı (Volt)	Akım (Amper)
Bakır	1	İnce (1,5 mm^2)	3	
Demir	1	İnce (1,5 mm^2)	3	

Sonuç ve Değerlendirme

1. Tablo 1'i inceleyiniz. Bakır telin uzunluğunu azalttığınızda ampermetrede okunan değerde bir değişim gözlemlediniz mi? Arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Tablo 1'i inceleyiniz. Aynı uzunluktaki bakır tellerin kalınlığına bağlı olarak ampermetrede okunan değerler arasında bir ilişki gözlemlediniz mi? Arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. Tablo 2'yi inceleyiniz. Uzunluğu ve kalınlığı aynı olan farklı cins tel (bakır ve demir) kullandığınızda telin cinsiyle akım değeri arasında bir ilişki gözlemlediniz mi? Arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. Tablo 1 ve Tablo 2'yi incelemeniz sonucunda elde ettiğiniz bilgilere göre bir iletkenin direncinin büyüklüğünü veren nasıl bir bağıntı elde edilebilir? Arkadaşlarınızla tartışınız.

"Katı bir iletkenin direnci" deneyinde elektriksel direncin telin uzunluğuna, kesit alanına ve iletkenin cinsine göre değiştiği görülmektedir. Buna göre elektriksel direnç, iletkenin boyu (ℓ) ile doğru, iletkenin kesit alanı (A) ile ters orantılıdır (Şekil 1.5).

İletkenin birim uzunluğu ve birim kesitindeki parçasının akımın geçişine karşı gösterdiği dirence **öz direnç** denir. Öz direnç, ρ (ro) sembolüyle gösterilir. SI'da birimi Ohm·metre'dir ($\Omega \cdot m$). Öz direnç maddeler için ayırt edici bir özelliktir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: *Bazı İletkenlerin Öz Direnç Değerleri*

İletkenin Adı	20°C Öz Direnç Değerleri (ρ) ($\Omega \cdot m$)
Alüminyum	$2{,}82 \times 10^{-8}$
Bakır	$1{,}7 \times 10^{-8}$
Demir	10×10^{-8}
Gümüş	$1{,}59 \times 10^{-8}$
Altın	$2{,}44 \times 10^{-8}$
Karbon	$3{,}5 \times 10^{-5}$
Platin	11×10^{-8}
Wolfram	$5{,}6 \times 10^{-8}$

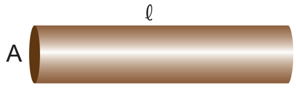
Bir iletkenin direnci

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$$ bağıntısıyla bulunur.

ρ : İletkenin öz direnci ($\Omega \cdot m$)

ℓ : İletkenin boyu (m)

A : İletkenin dik kesit alanı (m^2)



Şekil 1.5: *İletken tel*

Örnek

Öz direnci ρ, boyu ℓ ve kesit alanı A olan bir iletkenin direncini artırmak için

I. İletkenin boyu artırılmalı.

II. İletkenin kesit alanı artırılmalı.

III. Öz direnci daha büyük olan aynı boyutlarda bir iletken kullanılmalı.

işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?

Simülasyon

Bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenleri karekoddan yararlanarak inceleyiniz.

Çözüm

Bir iletkenin direnci, öz direnci ve boyu ile doğru orantılı olurken dik kesit alanıyla ters orantılıdır. Bu nedenle I ve III. öncüller doğrudur.

Hatırlatma

Tungsten flamanlı lambaların (ampul) içindeki tel, bir dirençtir.

Sıra Sizde - 2

Aşağıda numaralar ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz.

1. Birim yükün devreyi dolaşması için harcanan enerjidir. ( )	**a)** Elektriksel direnç
2. Bir maddenin, elektronların hareketine karşı gösterdiği zorluktur. ( )	**b)** Potansiyel farkı
3. Bir iletkenin dik kesitinden birim zamanda geçen yük miktarıdır. ( )	**c)** Akım şiddeti

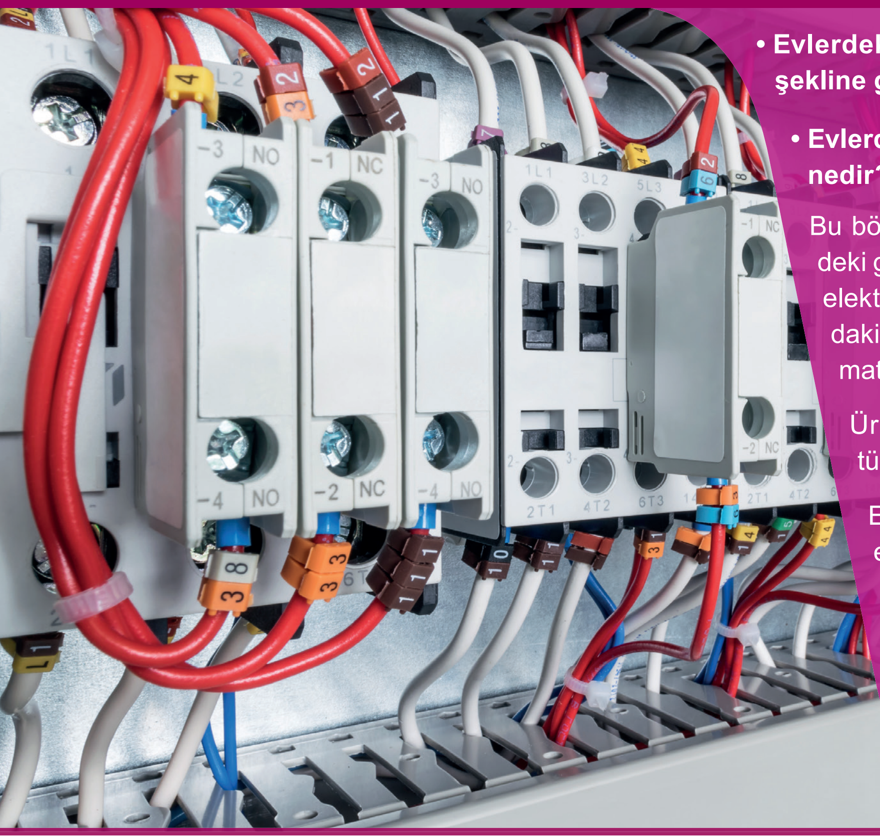
2. BÖLÜM

ELEKTRİK DEVRELERİ

Konular

Anahtar Kavramlar

- Ohm Yasası
- Eşdeğer direnç
- İç direnç
- Elektrik enerjisi
- Elektriksel güç



- **Evlerdeki elektrik tesisatları hangi bağlama şekline göre hazırlanmıştır?**
- **Evlerde kullanılan sigortaların kullanım amacı nedir?**

Bu bölümde, voltmetre ve ampermetrenin devredeki görevleri verilecektir. Basit devreler üzerinde elektrik akımı, direnç ve potansiyel farkı arasındaki matematiksel model (Ohm Yasası) çıkarılıp matematiksel işlemler yapılacaktır.

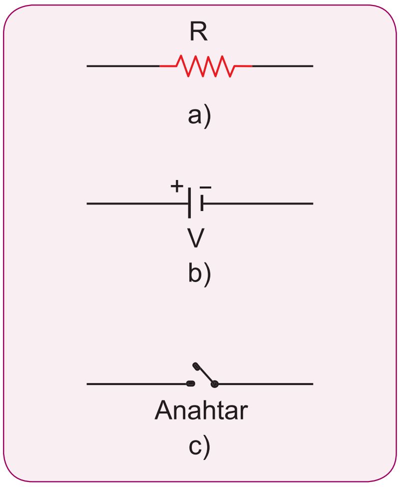
Üreteçlerin bağlanma şekilleri incelenip tükenme süreleri karşılaştırılacaktır.

Elektrik enerjisi ile elektriksel güç, mekanik enerji ile mekanik güç arasındaki benzerlik verilecek, elektriksel güç ve lambaların parlaklığıyla ilgili matematiksel hesaplamalar yapılacaktır.

Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken güvenlik önlemleri tartışılacaktır.

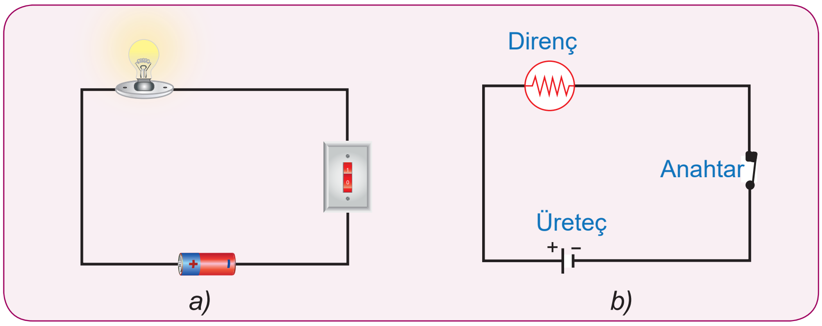
1.2.1. Elektrik Akımı, Direnç ve Potansiyel Farkı Arasındaki İlişki

Günlük hayatta kullanılan elektrikli cihazların hepsinde direnç (Şekil 1. 6: a) vardır. Dirençlerin kullanım amaçları birbirinden farklıdır. Örneğin dirençler lambalarda aydınlatma, ütüde ısıtma amacıyla kullanılır. Bir elektrik devresinde kullanılan üreteç (Şekil 1. 6: b) iletkendeki elektrik yüklerini hareket ettirip akımın oluşması için gerekli potansiyel farkı sağlar. Anahtar (Şekil 1. 6: c) ise akımın kontrol edilmesini sağlar. Anahtar kapatıldığında iletken içerisinde akım geçerken açıldığında akım kesilir.



Şekil 1.6: *Basit bir elektrik devresinde kullanılan devre elemanlarının şematik gösterimi: a) Direnç, b) Üreteç, c) Anahtar*

Üreteç, lamba, anahtar ve bağlantı kablolarından oluşan basit elektrik devresi Şekil 1. 7: a'da, devrenin şematik görünümü ise Şekil 1. 7: b'de verilmiştir.



Şekil 1.7: *a) Basit elektrik devresi b) Basit elektrik devresinin şematik gösterimi*

Anahtar açıkken devrede elektrik akımı oluşmaz. Anahtar kapatıldığında üretecin uçları arasındaki potansiyel farkı, devrede akım oluşturur ve lamba ışık verir.

Elektrik devresinde iki nokta arasındaki potansiyel farkı ölçmeye yarayan devre elemanına **voltmetre** denir (Görsel 1.4).



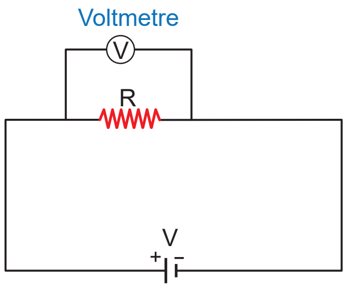
Görsel 1.4: *Voltmetre*

Voltmetrenin özellikleri aşağıda verilmiştir.

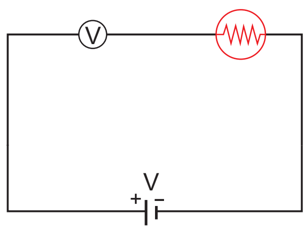
1. Uçları arasındaki potansiyel farkı ölçülecek olan devre elemanına paralel bağlanır (Şekil 1.8).
2. Bağlandığı iki nokta arasındaki potansiyel farkını ölçer.
3. İdeal bir voltmetrenin iç direnci çok büyük olduğundan devreye seri olarak bağlandığında devrenin de direnci çok büyük olur. Bu durumda devreden, ihmal edilebilecek kadar küçük akım geçer ve voltmetreye seri bağlı devre elemanları çalışmaz (Şekil 1.9).

Simülasyon

Basit elektrik devresini karekoddan yararlanarak inceleyiniz.



Şekil 1.8: *Devre elemanına paralel bağlı voltmetre*



Şekil 1.9: *Devre elemanına seri bağlı voltmetre*

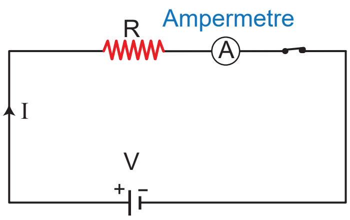
Elektrik devresinde bir iletken üzerinden geçen akımı ölçmeye yarayan devre elemanına **ampermetre** denir (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: *Ampermetre*

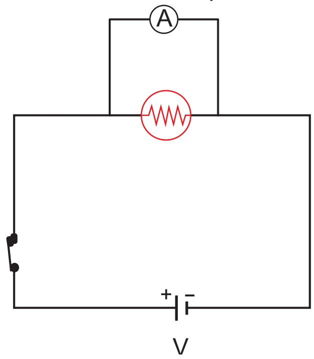
Ampermetrenin özellikleri aşağıda verilmiştir.

1. Üzerinden geçen akım şiddetinin ölçüleceği devre elemanına seri bağlanır (Şekil 1.10).
2. Bağlandığı iletkenin üzerinden geçen akımın şiddetini ölçer.
3. İç direnci çok küçük olduğu için direnci ihmal edilir.



Şekil 1.10: *Basit elektrik devresine seri bağlı ampermetre*

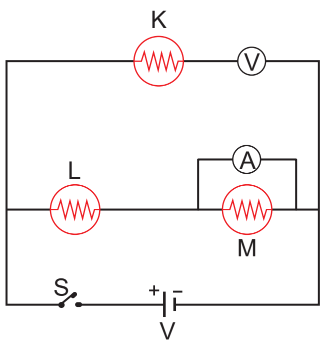
Ampermetrenin lambaya paralel bağlandığı elektrik devresinde anahtar kapatıldığında lambanın ışık vermediği görülür (Şekil 1.11). Dirençli devre elemanının iki ucu arasına direnci ihmal edilecek kadar küçük iletken bir tel ya da ampermetre bağlanmış ise akımın tamamına yakını bu kol üzerinden geçer. Bu nedenle dirençli devre elemanından yeteri kadar akım geçmediği için devre elemanı çalışmaz. Bu duruma **kısa devre** denir.



Şekil 1.11: *Basit elektrik devresine paralel bağlı ampermetre*

Sıra Sizde - 3

Şekildeki elektrik devresi voltmetre, ampermetre ve özdeş lambalarla oluşturulmuştur.



S anahtarı kapatılırsa hangi lambalar ışık vermez?

Çözüm

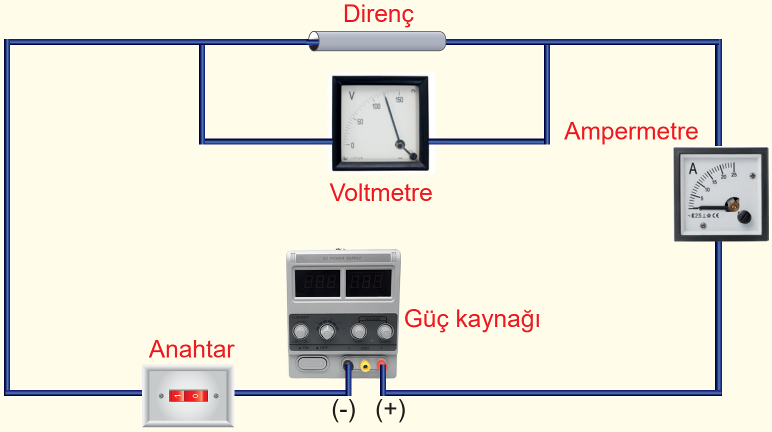
Elektrik devresinde akım, direnç ve potansiyel farkı arasında bir ilişki vardır. Bu ilişkiyi belirlemek için "Ohm Yasası" deneyini yapınız.

DENEY

1.2. DENEY

Deneyin Adı	Ohm Yasası
Deneyin Amacı	Basit bir elektrik devresinde akım, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişkinin belirlenip matematiksel modelinin çıkarılması
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Güç kaynağı (0-25 V) • 10 Ω'luk yalıtılmış sabit direnç • Anahtar • 6 adet bağlantı kablosu • Ampermetre (0-3 A) • Voltmetre (0-30 V) • Grafik kâğıdı

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



1. Adım: Kapalı konumdaki güç kaynağının çıkışını, bir bağlantı kablosuyla açık konumdaki anahtarın ucuna bağlayınız.

2. Adım: Anahtarın boştaki diğer ucunu, şekildeki gibi bir bağlantı kablosuyla direncin diğer ucuna bağlayınız.

3. Adım: Direncin boştaki diğer ucunu, bağlantı kablosuyla ampermetrenin girişine bağlayınız.

4. Adım: Ampermetrenin çıkışını, bağlantı kablosuyla güç kaynağının girişine bağlayınız.

5. Adım: Voltmetreyi şekildeki gibi direncin iki ucu arasına paralel bağlayınız.

DENEY

Deneyin Yapılışı

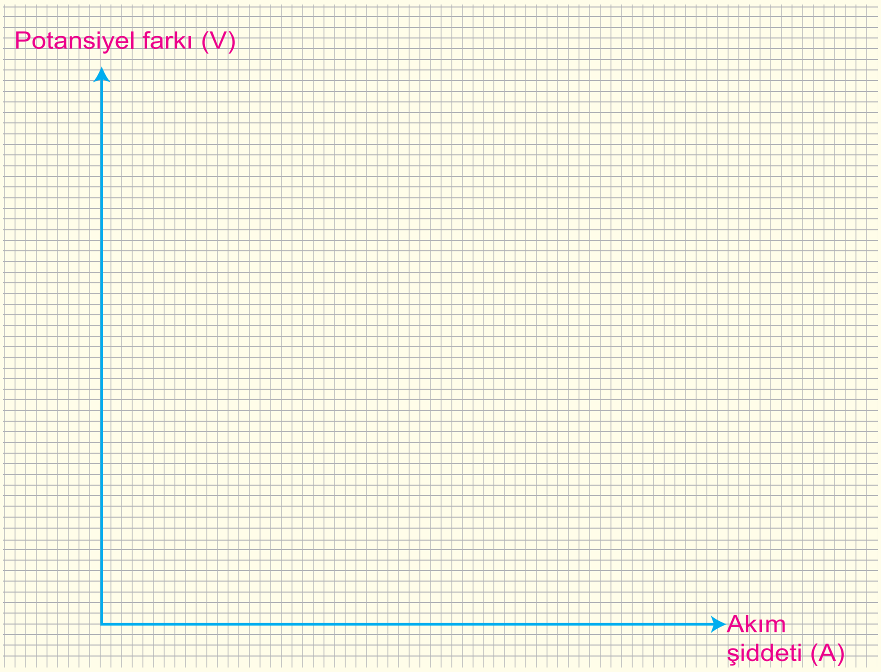
1. Adım: Güç kaynağının kademesini 10 V'a getirdikten sonra güç kaynağını açıp anahtarı kapatınız. Voltmetrede ve ampermetrede okunan değerleri tabloda yerlerine yazınız.

2. Adım: Deneyin 1. aşamasındaki işlemleri 15 V ve 20 V için tekrar ederek sonuçları tabloda yerlerine yazınız.

Tablo

Güç Kaynağı	Ampermetrede Okunan Akım Şiddeti (A)	Voltmetrede Okunan Potansiyel Farkı (V)
10 V		
15 V		
20 V		

3. Adım: Tablodaki ampermetre ve voltmetrede okunan değerleri kullanarak grafik kâğıdındaki potansiyel farkı-akım şiddeti grafiğini çiziniz.

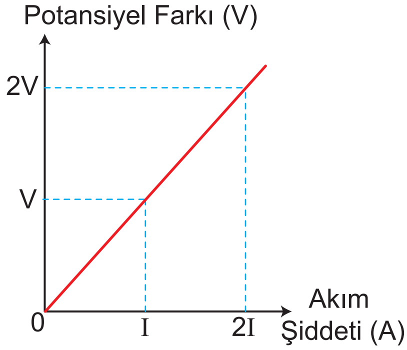


Sonuç ve Değerlendirme

1. Direncin uçlarındaki potansiyel farkı ile dirençten geçen akım şiddeti arasındaki ilişkiyi arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Çizdiğiniz grafiğin eğimiyle ($\frac{\text{Potansiyel farkı}}{\text{Akım şiddeti}}$) devrede kullandığınız direncin değeri arasında ilişki var mı? Arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. Akım şiddeti, direnç ve potansiyel farkı arasındaki matematiksel modeli çıkararak arkadaşlarınızla tartışınız.



Şekil 1.12: *Potansiyel farkı - Akım şiddeti grafiği*

"Ohm Yasası" deneyinde görüldüğü gibi devreye uygulanan potansiyel farkı ile iletkenden geçen akım şiddeti arasında bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki Alman Fizikçi George Simon Ohm (Corç Ziymın Um) tarafından "Sabit sıcaklıkta bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkının bu iletkenden geçen akım şiddetine oranı sabittir ve bu oran iletkenin direncine eşittir." şeklinde ortaya konmuştur. Buna **Ohm Yasası** denir. Ohm Yasası'na göre iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı artıkça iletkenden geçen akım şiddeti doğru orantılı olarak artar. Bu durumda potansiyel farkı - akım şiddeti grafiği Şekil 1.12'deki gibi olur.

Ohm Yasası'na göre akım şiddeti, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişki

$$\text{Direnç} = \frac{\text{Potansiyel farkı}}{\text{Akım şiddeti}}$$

$R = \frac{V}{I}$ şeklinde ifade edilir.

Simülasyon

Ohm Yasası'ndaki değişkenleri karekoddan yararlanarak inceleyiniz.

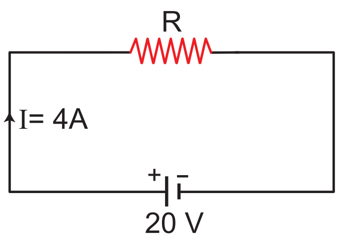
SI'da potansiyel farkının birimi Volt, akımın şiddetinin birimi Amper alındığında direncin birimi Ohm'dur. Ω (Omega) sembolüyle gösterilir.

$\text{Ohm} = \frac{\text{Volt}}{\text{Amper}}$ dir.

Günlük hayatın ayrılmaz parçası hâline gelen cep telefonu, dizüstü bilgisayar ve tablet gibi cihazlar uzun süre çalıştırıldığında üreteçlerinin (batarya) ısındığı görülür. Bu ısınmanın sebebi üreteçlerin iç direncinin olmasıdır. Üretecin elektrik akımının geçişine karşı gösterdiği dirence **üretecin iç direnci** denir.

Bu bölümde kullanılan üreteçlerin iç dirençleri ihmal edilmiştir.

Örnek



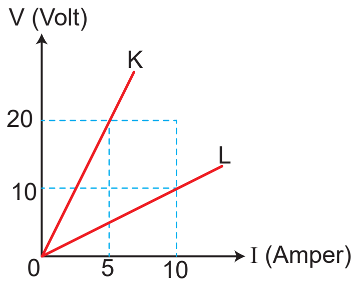
Şekildeki elektrik devresinde iç direnci önemsiz 20 Volt'luk üreteçten çekilen akım 4 A ise R direnci kaç Ω'dur?

Çözüm

Ohm Yasası'na göre

$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{4} = 5\,\Omega$ bulunur.

Örnek



Potansiyel farkı-akım şiddeti grafiği verilen K ve L iletkenlerinin dirençleri sırasıyla R_K ve R_L dir.

Buna göre $\frac{R_K}{R_L}$ oranı kaçtır?

Çözüm

Ohm Yasası'na göre

$R = \frac{V}{I}$ dır.

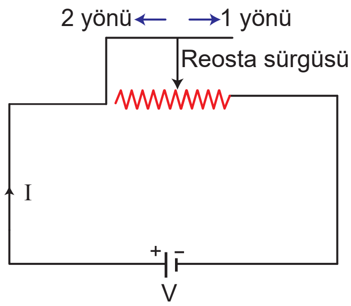
$R_K = \frac{20}{5} = 4\,\Omega$ ve $R_L = \frac{10}{10} = 1\,\Omega$ olur.

$\frac{R_K}{R_L} = \frac{4}{1} = 4$ bulunur.

Elektrik devresinde akım şiddetini değiştirmek için kullanılan ayarlanabilir dirence **reosta** denir (Görsel 1.6).

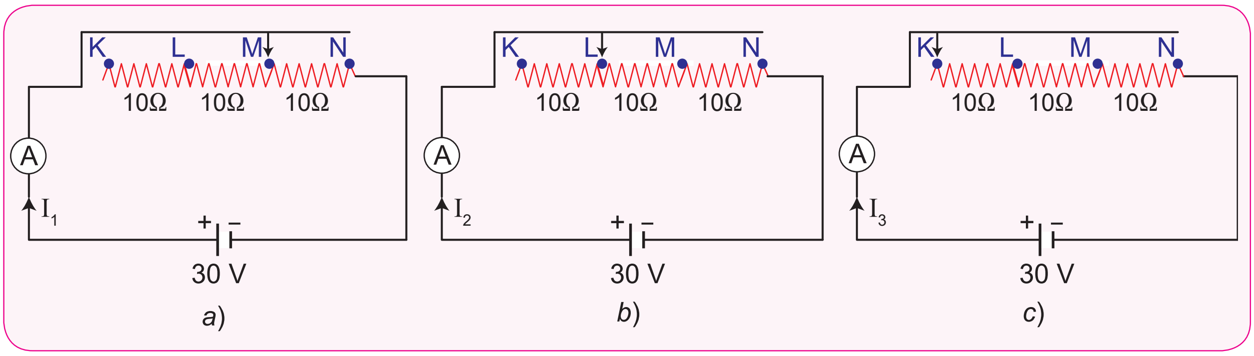


Görsel 1.6: *Reosta*



Şekil 1.13: *Reostalı elektrik devresi*

Reosta sürgüsü 1 yönünde hareket ettirilirse direnç azalır, devredeki elektrik akımının şiddeti artar (Şekil 1.13). Reosta sürgüsü 2 yönünde hareket ettirilirse direnç artar ve elektrik akımının şiddeti azalır.



Şekil 1.14: *a, b, c) Reostalı elektrik devresinde sürgü hareketinin incelenmesi*

K-N noktaları arası eşit bölmelendirilmiş, direnci 30 Ω olan Şekil 1.14'teki reostada, sürgü M noktasına getirildiğinde akıma karşı gösterdiği direnç 10 Ω olur (Şekil 1.14: a). Bu durumda ampermetrenin gösterdiği I_1 akım değeri Ohm Yasası'na göre

$$I_1 = \frac{30}{10} = 3 \text{ A'dir.}$$

Reostanın sürgüsü L noktasına çekildiğinde akıma karşı gösterdiği direnç 20 Ω olurken (Şekil 1.14: b) ampermetrenin gösterdiği I_2 akım değeri

$$I_2 = \frac{30}{20} = 1{,}5 \text{ A olur.}$$

Reostanın sürgüsü K noktasına çekildiğinde devrenin akıma karşı gösterdiği direnç 30 Ω olurken (Şekil 1.14: c) ampermetrenin gösterdiği I_3 akım değeri

$$I_3 = \frac{30}{30} = 1 \text{ A olur.}$$

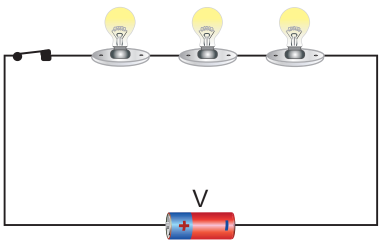
Sonuç olarak sabit gerilim (potansiyel farkı) altında bir devrenin direnci artırıldığında akım şiddetinin azaldığı görülür.

Dirençlerin Bağlanması

Elektrikli devrelerde çok sayıda direnç kullanılır. Dirençlerden oluşan sistemlerde birden fazla direncin yaptığı etkiyi tek başına yapabilen dirence **eşdeğer direnç** denir. Eşdeğer direnç $R_{eş}$ sembolüyle gösterilir.

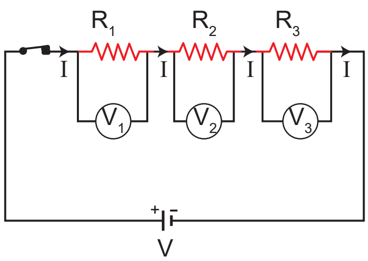
Elektrik devresinde dirençler, seri ve paralel olmak üzere iki ayrı şekilde bağlanabilir.

1. Seri Bağlama



Şekil 1.15: *Seri bağlı lambalar*

Elektrik devresinde ya da devre parçasında dirençlerin uç uca gelecek şekilde birleştirilmesiyle oluşan bağlama şekline **seri bağlama** denir. Lamba, dirençli bir devre elemanıdır. Lambaların seri bağlandığı Şekil 1.15'teki devrenin şematik gösterimi Şekil 1.16'daki gibidir.



Şekil 1.16: *Seri bağlı dirençlerin şematik gösterimi*

Dirençler seri bağlandığında üzerlerinden geçen akım şiddetleri eşit büyüklüktedir. Potansiyel farkları ise dirençlerin büyüklüğü ile doğru orantılı olarak paylaşılır. Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklarının büyüklüğü V_1, V_2 ve V_3 ise (Şekil 1.16) Ohm Yasası'ndan

$V = I \cdot R \Rightarrow V_1 = I \cdot R_1$, $V_2 = I \cdot R_2$ ve $V_3 = I \cdot R_3$ olarak bulunur.

Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklarının toplamı iç direnci önemsiz üretecin potansiyel farkına eşittir. Bu durumda

$V = V_1 + V_2 + V_3$ olur. Potansiyel farkı değerleri yerine konulduğunda

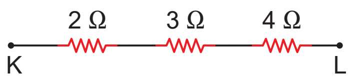
$I \cdot R_{eş} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3$

$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3$ bağıntısı bulunur.

Genelleme yapılırsa n tane direncin seri bağlı olduğu devrede eşdeğer direnç

$R_{eş} = R_1 + R_2 + ... + R_n$ bağıntısı ile hesaplanır.

Örnek

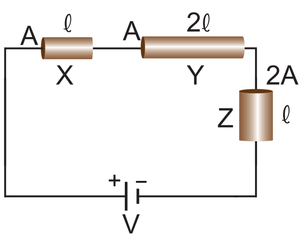


Direnç değerleri verilen devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω'dur?

Çözüm

K-L noktaları arasındaki dirençler birbirine seri bağlıdır. Buna göre $R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 = R_{eş} = 2 + 3 + 4 = 9\ \Omega$'dur.

Örnek



Kesit alanları ve boyları şekilde verilen X, Y ve Z iletken telleri aynı maddeden yapılmıştır.

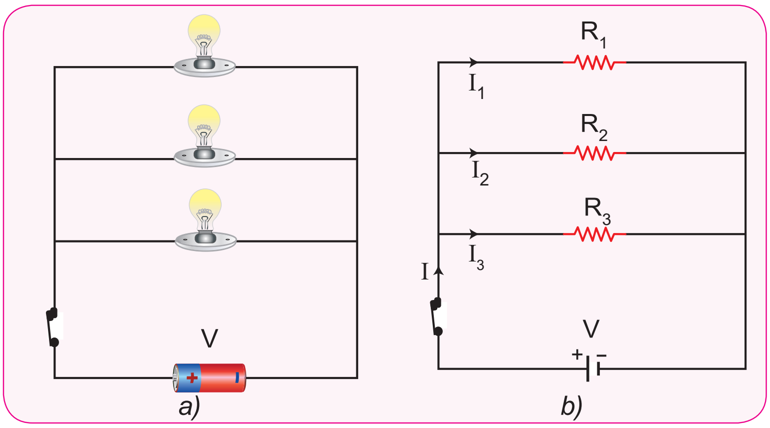
X iletken telinin direnci R ise devrenin eşdeğer direnci kaç R'dir?

Çözüm

$R_X = \rho \cdot \frac{\ell}{A} = R$ ise $R_Y = \rho \cdot \frac{2\ell}{A} = 2R$ ve $R_Z = \rho \cdot \frac{\ell}{2A} = \frac{R}{2}$ olur. Dirençler seri bağlı olduğundan $R_{Eş} = R_X + R_Y + R_Z = R + 2R + \frac{R}{2} = \frac{7R}{2}$ bulunur.

2. Paralel Bağlama

Elektrik devresinde ya da devre parçasında dirençlerin birer uçlarının bir noktada, diğer uçlarının da başka bir noktada birleştirilmesiyle oluşturulan bağlama şekline **paralel bağlama** denir. Lambaların paralel bağlandığı Şekil 1.17: a'daki devrenin şematik gösterimi Şekil 1.17: b'deki gibidir.



Şekil 1.17: *a) Paralel bağlı lambalar b) Paralel bağlı dirençlerin şematik gösterimi*

R_1 ve R_2 dirençlerinin uçları aynı üretecin uçları arasına bağlı olduğu için V_1 ve V_2 voltmetrelerinde okunan değerler aynı ve üretecin potansiyel farkına (V) eşit olur (Şekil 1.18). Sonuç olarak paralel bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkı birbirine eşittir. $V_1 = V_2 = V$'dir.

Ohm Yasası'ndan $I = \frac{V}{R} \Rightarrow I_1 = \frac{V}{R_1}$, $I_2 = \frac{V}{R_2}$ bulunur.

Akımın devreyi tamamlayabilmesi için gideceği iki yol olduğundan akım ikiye ayrılır.

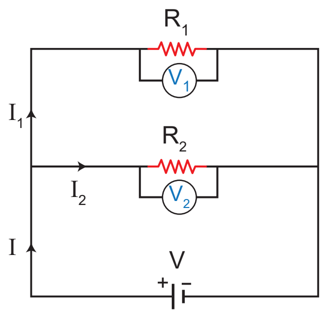
Ana kol akımı $I = I_1 + I_2$ olur.

Dirençlerin üzerinden geçen akım değeri, volt ve direnç değeri türünden ana kol akımı bağıntısında yerine yazılırsa

$\frac{V}{R_{eş}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$ olur. Bağıntı düzenlenirse

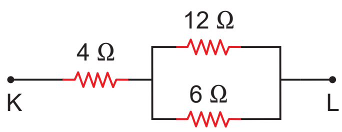
$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ hâline gelir.

Bu durumda n tane paralel bağlanmış dirençli bir devrede eşdeğer direnç $\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ bağıntısı ile hesaplanır.

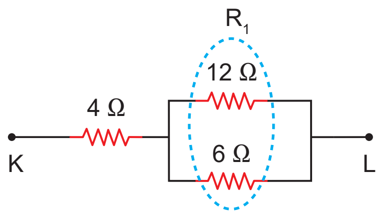


Şekil 1.18: *Dirençlerin paralel bağlanmasıyla oluşturulan elektrik devresi*

Örnek



Direnç değerleri verilen devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω'dur?



Çözüm

Mavi kesikli çizgilerle gösterilen 12 Ω ve 6 Ω'luk dirençler paralel bağlı dirençlerdir. Bunların eşdeğer direnci R_1 alınarak devre seri hâle getirilir.

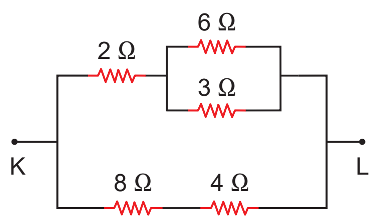
$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{\underset{(1)}{12}} + \frac{1}{\underset{(2)}{6}} = \frac{1}{12} + \frac{2}{12}$$

$$R_1 = \frac{12}{3} = 4\,\Omega \text{ olur.}$$



4 Ω'luk direnç ile bulunan R_1 direnci seri olduğundan K-L arasındaki eşdeğer direnç $R_{eş} = 4 + R_1 = 4 + 4 = 8\,\Omega$ bulunur.

Sıra Sizde - 4

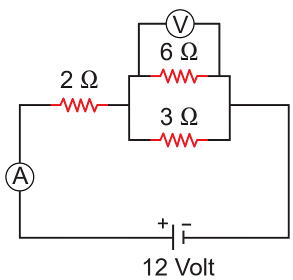


Dirençlerinin büyüklüğü şekilde verilen devre parçasında, K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω'dur?

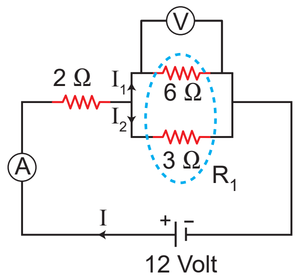
Çözüm

Örnek

2 Ω, 3 Ω ve 6 Ω'luk dirençlerle oluşturulan elektrik devresinde üretecin gerilimi 12 V'tur.



Buna göre ampermetre ve voltmetrede okunan değerleri bulunuz.



Çözüm

Birbirine paralel bağlı 6 Ω ve 3 Ω'luk dirençlerin eşdeğer direnci R_1 olsun.

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{\underset{(1)}{6}} + \frac{1}{\underset{(2)}{3}} = \frac{3}{6}$$

$$R_1 = 2\,\Omega \text{ olur.}$$

R_1 ve 2 Ω'luk dirençler seri bağlı dirençler hâline gelir.



Bunların eşdeğer direnci 2 + 2 = 4 Ω olur.

Ana koldan geçen akım bulunurken eşdeğer direnç ve devrenin toplam gerilimi kullanılır.

Ohm Yasası'na göre ampermetrede okunan değer

$$I = \frac{V}{R_{eş}} = \frac{12}{4} = 3 \text{ A olur.}$$

6 Ω'luk dirençten geçen akım I_1, bu direncin uçları arasındaki potansiyel V_1, 3 Ω'luk dirençten geçen akım I_2, bu direncin uçları arasındaki potansiyel farkı V_2 olsun.

$V_1 = V_2$ olduğundan $6 \cdot I_1 = 3 \cdot I_2$ bulunur. Buradan

$I_2 = 2 \cdot I_1$ olur.

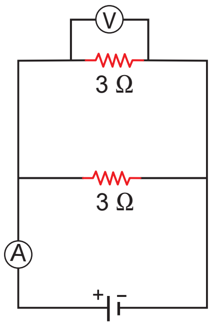
Ana kol akımı $I = I_1 + I_2$ olduğundan $I = I_1 + 2I_1 = 3I_1$ olur.

Buradan $3I_1 = 3$ A $\Rightarrow I_1 = 1$ A bulunur.

$I_2 = 2 \cdot I_1$ olduğundan $I_2 = 2$ A olur. Bu durumda devredeki voltmetre

$V = I \cdot R$'den $V = 1 \cdot 6 = 6$ V gösterir.

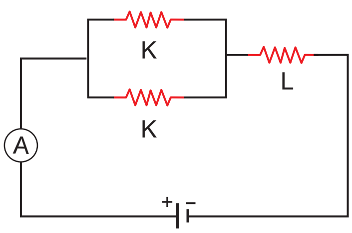
Sıra Sizde - 5



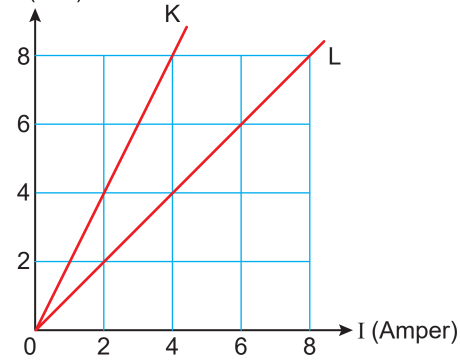
İç direnci önemsiz 12 V'luk bir üretecin uçlarına bağlanmış elektrik devresindeki ampermetre ve voltmetrede okunan değerleri hesaplayınız.

Çözüm

Örnek



Şekil-I



Şekil-II

K ve L dirençleri ile oluşturulan Şekil-I'deki elektrik devresine ait gerilim-akım grafiği Şekil-II'de verilmiştir.

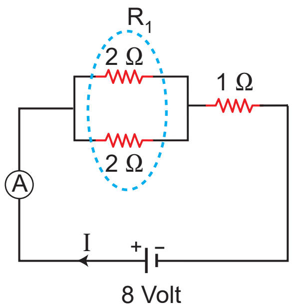
Buna göre ampermetrede okunan değer kaç A'dir?
(Üretecin iç direnci önemsizdir.)

Çözüm

Grafiğe göre K ve L dirençlerinin değerleri

$R_K = \frac{8}{4} = 2\ \Omega$

$R_L = \frac{8}{8} = 1\ \Omega$ olur.

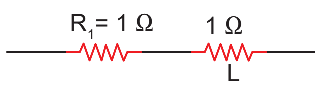


Paralel bağlı K dirençlerinin eşdeğer direnci R_1 ise

$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$

$R_1 = 1\Omega$ olur.

R_1 ve 1 Ω'luk L dirençleri seri bağlı olduğundan



Devrenin eşdeğer direnci $R_{eş} = 1 + 1 = 2\ \Omega$ olur.

Ampermetrede okunan değer (ana kol akımı) $V = I \cdot R_{eş}$ bağıntısıyla hesaplanır.

Bulunan değerler yerine yazılırsa

$8 = I \cdot 2$

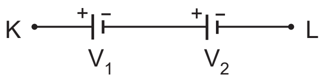
$I = 4$ A olarak bulunur.

1.2.2. Üreteçlerin Seri ve Paralel Bağlanması

Devreye bağlandığında iki nokta arasında potansiyel fark oluşturarak yüklü parçacıkların hareket etmesini sağlayan elektromotor kuvvetini meydana getiren devre elemanına **üreteç** ya da **elektromotor kuvveti kaynağı** denir. Üreteç çeşitlerinden olan piller; televizyon kumandası, telefon, radyo, fotoğraf makinesi gibi birçok araçta kullanıldığından günlük hayatta önemli yer tutmaktadır.

Simülasyon

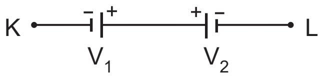
Üreteçlerin seri ve paralel bağlanmasını karekoddan yararlanarak inceleyiniz.



Şekil 1.19: *Seri ve düz bağlı üreteçlerin şematik gösterimi*

Üreteçler, birbirlerine seri ve aynı yönde akım üretecek şekilde bağlanırsa (Şekil 1.19) K-L noktaları arasındaki toplam potansiyel farkı $V_{KL} = V_1 + V_2$ ile hesaplanır. Bu durumda n tane üretecin toplam potansiyel farkı

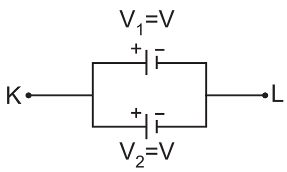
$V_{Toplam} = V_1 + V_2 + ... + V_n$ bağıntısıyla bulunur.



Şekil 1.20: *Seri ve ters bağlı üreteçlerin şematik gösterimi*

Üreteçler, birbirine seri ve ters yönde akım üretecek şekilde bağlandığında (Şekil 1.20) K-L noktaları arasındaki toplam potansiyel farkı

$V_{KL} = |V_1 - V_2|$ bağıntısıyla hesaplanır.



Şekil 1.21: *Paralel bağlı özdeş pillerin şematik gösterimi*

Özdeş üreteçler paralel bağlandığında (Şekil 1.21) K-L noktaları arasındaki toplam potansiyel farkı, üreteçlerden birinin potansiyel farkına eşittir. Aynı kutupları birleştirilmiş n tane paralel bağlı özdeş üretecin toplam potansiyel farkı

$V_{Toplam} = V_1 = V_2 = ... = V_n = V$ bağıntısıyla bulunur.

Bir devrede tek pilin oluşturduğu elektrik akımının büyüklüğü birden fazla pilin paralel bağlanmasıyla da elde edilebilir. Paralel bağlı pil sayısı artırıldığında pillerin her birinden çekilen elektrik akımının büyüklüğü azalır.

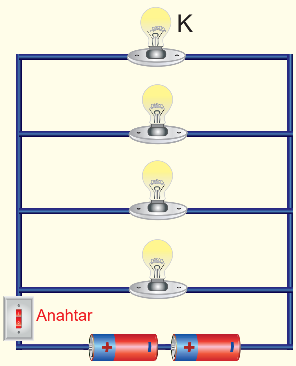
Üreteçlerin bağlanma şekillerini incelemek ve tükenme sürelerini karşılaştırmak için “Pillerin tükenme süresi” deneyini yapınız.

DENEY

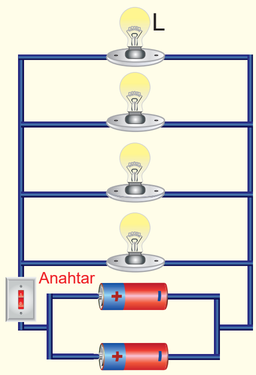
1.3. DENEY

Deneyin Adı	Pillerin tükenme süresi
Deneyin Amacı	Üreteçlerin bağlanma şekilleri ve bu bağlanma şekillerinin tükenme sürelerine etkilerinin belirlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• 6 adet 1,5 V'luk çinko karbon (AA) pil • Kronometre • 12 adet lamba (2,4 V'luk ve 0,75 A'lik) • İzole bant • 3 adet anahtar • Bağlantı kabloları

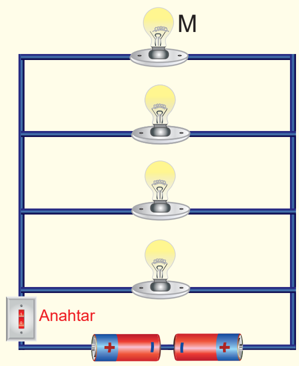
Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



Şekil-I



Şekil-II



Şekil-III

1. Adım: Paralel bağlı 2,4 V'luk 4 mini lambayla seri bağlı 1,5 V'luk iki pili kullanarak bağlantı kabloları yardımıyla Şekil-I'deki elektrik devresini oluşturunuz.

2. Adım: Paralel bağlı 2,4 V'luk 4 mini lambayla paralel bağlı 1,5 V'luk iki pili kullanarak bağlantı kabloları yardımıyla Şekil-II'deki elektrik devresini oluşturunuz.

3. Adım: Paralel bağlı 2,4 V'luk 4 mini lambayla birbirine seri ve ters bağlı 1,5 V'luk iki pili kullanarak bağlantı kabloları yardımıyla Şekil-III'teki elektrik devresini oluşturunuz.

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Şekil-I'deki bir lambayı K, Şekil-II'deki bir lambayı L ve Şekil-III'teki bir lambayı M lambası olarak belirleyiniz.

2. Adım: Üç devrenin de anahtarını aynı anda kapatıp kronometreyi çalıştırınız.

3. Adım: K ve L lambalarının sönmesini (pillerin tükenmesini) bekleyiniz ve bu süreyi kaydediniz.

Sonuç ve Değerlendirme

1. K ve L lambalarından hangisinin önce söndüğünü belirleyiniz. Pillerin tükenme süresinin bağlanma şekliyle bir ilişkisi var mıdır? Arkadaşlarınızla tartışınız.

2. Şekil-III'teki M lambasının yanmadığını gördünüz mü? Lambanın yanmamasının sebebini arkadaşlarınızla tartışınız.

“Pillerin tükenme süresi” deneyinde de görüldüğü gibi seri bağlı pillerle oluşturulan devredeki lambalar, üreteçlerin paralel bağlandığı devredeki lambalara göre daha parlaktır ancak ışık verme süresi daha azdır. Pillerin tükenme süreleri içerisinden geçen akıma bağlıdır. Pilden geçen akım arttıkça tükenme süresi azalır. Bu nedenle piller seri ve aynı yönde akım üretecek şekilde bağlanırsa devre akımı artar ancak tükenme süreleri azalır. Devrenin çalışma süresini artırmak için de üreteçler paralel bağlanır. El feneri, televizyon kumandası, radyo ve elektrikli oyuncaklarda akımı artırmak için piller seri, çalışma süresini artırmak için de paralel bağlanır.

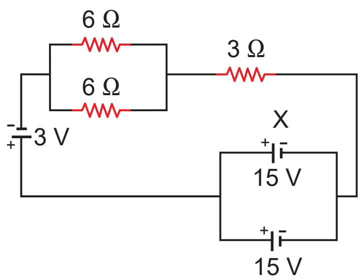
1780 yılında Luigi Galvani (Luici Galvani) (1737-1798) laboratuvarda bir kurbağayı keserken kullandığı bıçak kurbağanın sinir merkezine dokunduğunda ölü kurbağanın bacağının büzüldüğünü gözlemlemiştir. Bu gözlemden yola çıkan Galvani çeşitli deneyler yaparak hayvansal elektrik adı verdiği yeni bir tür elektrik bulduğunu öne sürmüştür. Alessandro Volta’ya (Alesandro Volta) (1745-1827) göre ise bacağın büzülmesinin nedeni dokundurulan metaldir. Elde edilen elektriğin iki metalden ve hücrelerin sıvı içermesinden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Bundan faydalanarak bakır ve çinko metallerini kullanıp iki nemli bez arasına tuz karışımlı sıvı koyup elektrik akımını elde etmiştir. Böylece “Volta pili” diye adlandırılan pili icat etmiştir.

Araştınız

Üretecin keşfi üzerine deneyler yapan bilim insanları Luigi Galvani ve Alessandro Volta’nın yaptığı çalışmaları araştırınız. Bu iki bilim insanının bakış açıları arasındaki farkı arkadaşlarınızla tartışınız.

Örnek

Devredeki üreteçlerin iç dirençleri önemsizdir.



Buna göre X üretecinden çekilen akımın şiddeti kaç A’dir?

Çözüm

Elektrik devresinde ana kol akımının bulunması için toplam gerilimin hesaplanıp eşdeğer dirence bölünmesi gerekir.

Birbirine paralel bağlı 6 Ω’luk dirençlerin eşdeğer direnci R_1 olsun.

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \Rightarrow R_1 = 3\,\Omega \text{ olur.}$$

R_1 ve 3 Ω’luk direnç birbirine seri bağlı direnç hâline gelir.

$$R_{eş} = R_1 + 3$$

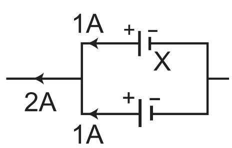
$$R_{eş} = 3 + 3 = 6\ \Omega \text{ olur.}$$

Paralel bağlı 15 V’luk üreteçlerin eşdeğeri, üreteçlerden birinin potansiyel farkına eşittir. 15 V’luk eşdeğer üreteçle 3 V’luk üreteç birbirine ters bağlandığı için devrenin toplam potansiyel farkı

$$V_{Toplam} = 15 - 3 = 12 \text{ V olur.}$$

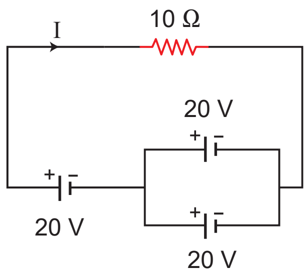
Ana kol akımı $I_T = \frac{V_{Toplam}}{R_{eş}} = \frac{12}{6} = 2$ A

Ana kol akımı 2 A ise



X üretecinden geçen akım da 1 A bulunur.

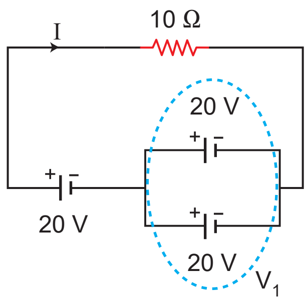
Örnek



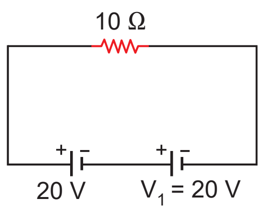
Elektrik devresindeki üreteçlerin iç dirençleri önemsizdir.

Buna göre 10 Ω'luk dirençten geçen akımın şiddeti kaç A'dir?

Çözüm



Paralel bağlı özdeş üreteçlerin toplam potansiyel farkı üreteçlerden birinin potansiyel farkına eşittir. V_1 = 20 V'tur.

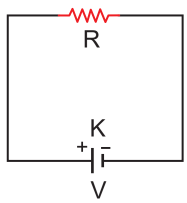


Bu durumda devre şekildeki gibi olur. Bu iki üreteç birbirine aynı yönde ve seri bağlandığından devrenin toplam potansiyel farkı

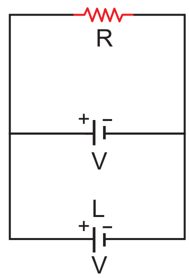
$V_{Toplam} = 20 + 20 = 40$ V olur.

10 Ω'luk dirençten geçen akım $I = \frac{V_{Toplam}}{R_{eş}}$ ten $I = \frac{40}{10} = 4$ A bulunur.

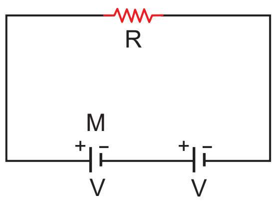
Örnek



Şekil-I



Şekil-II



Şekil-III

İç direnci önemsiz özdeş piller ve özdeş dirençlerle oluşturulan elektrik devrelerinde K, L ve M pillerinin tükenme süreleri t_K, t_L ve t_M dir.

Buna göre t_K, t_L ve t_M arasındaki büyüklük ilişkisini bulunuz.

Çözüm

Şekil-I'de K üretecinden geçen akım $I_1 = \frac{V}{R}$ dir. Şekil-II'de dirençten geçen akım $I_2 = \frac{V}{R}$ dir. L üretecinden geçen akım $\frac{I_2}{2} = \frac{V}{2R}$ dir. Şekil-III'te M üretecinden geçen akım $I_3 = \frac{2V}{R}$ dir. Üreteçlerden geçen akım ile üretecin tükenme süresi ters orantılı olduğundan $t_L > t_K > t_M$ olur.

1.2.3. Elektrik Enerjisi, Elektriksel Güç ve Aralarındaki İlişki

Bir lambanın uçlarına potansiyel farkı uygulandığında lambadan akım geçer ve bunun sonucunda elektrik enerjisi, ısı ve ışık enerjisine dönüşür. Günlük hayatta kullanılan piller kimyasal enerjiyi, barajlarda kullanılan jeneratörler ise mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.

Mekanik sistemlerde birim zamanda yapılan işe **mekanik güç** denir. Elektrikli cihazların birim zamanda harcadığı elektrik enerjisine **elektriksel güç** denir. P sembolüyle gösterilir.

Mekanik güç = $\frac{\text{İş}}{\text{Zaman}}$ olarak ifade edilmişti.

Elektrik enerjisi ile elektriksel güç arasındaki ilişki ise

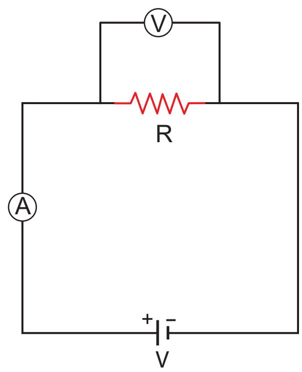
Elektriksel güç = $\frac{\text{Elektriksel iş}}{\text{Zaman}}$ bağıntısı ile bulunur.

Araştınız

Evlerde ısı, ışık, elektrik enerjisinin ve mekanik enerjinin birbirine dönüşümünü sağlayan elektrikli cihazları araştırınız. Araştırma sonucunu arkadaşlarınızla paylaşınız.

Devredeki (Şekil 1.22) voltmetrede okunan değer V, ampermetrede okunan değer I ise elektriksel güç

$P = V \cdot I$ formülüyle hesaplanır.



Şekil 1.22: *Voltmetre ve ampermetre bağlı basit elektrik devresi*

Elektriksel gücün SI'da birimi Volt · Amper = Watt'tır.

1 kW (kilowatt) = 1000 W'tır.

Aynı zamanda Watt = $\frac{\text{Joule}}{\text{Saniye}}$ dir.

Güç formülünde V yerine I · R yazılırsa

$P = I^2 \cdot R$ olur.

Güç formülünde I yerine $\frac{V}{R}$ yazılırsa

$P = \frac{V^2}{R}$ bağıntısı elde edilir.

Birim zamanda harcanan enerji, güç olduğuna göre ($P = V \cdot I$)

t sürede harcanan elektrik enerjisi ya da yapılan iş $W = P \cdot t$ olur.

Buradan da

$$W = P \cdot t = V \cdot I \cdot t = \frac{V^2}{R} \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$$

bağıntıları bulunur. Elektriksel enerjinin SI'da birimi Joule'dür (J).

Bir lambanın parlaklığı elektriksel gücüyle doğru orantılıdır. Lambaların üzerindeki güç değerleri (10 Watt, 15 Watt, 30 Watt gibi) arttıkça birim zamanda harcanan enerji yani açığa çıkan ışık enerjisi miktarı da artar. Dolayısıyla lambanın kullanılacağı ortamın ışık ihtiyacına uygun lamba seçilmelidir. Tungsten flamanlı lambalarda (Görsel 1.7) harcanan enerjinin büyük bir bölümü ısı enerjisine dönüşmektedir. Sonradan geliştirilen tasarruflu ve LED lambalarda (Görsel 1.8: a ve b) ise tungsten flamanlı lambalara göre enerjinin daha büyük bir kısmı aydınlatmaya dönüştürülür.



Görsel 1.7: *Tungsten flamanlı lamba*

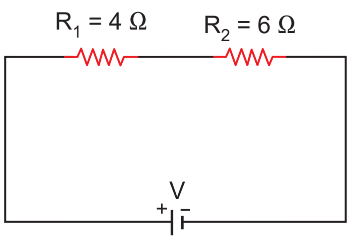


a) *b)*

Görsel 1.8: *a) Tasarruflu lamba*
b) LED lamba

Enerjinin amacına uygun kullanılması hem ev hem de ülke ekonomisine katkı sağlar. Böylece elektrik enerjisinin israf edilmesinin önüne geçilmiş olur. Elektrik enerjisinin daha az kullanılması elektrik santrallerinin yükünü azaltır. Ayrıca termik santrallerden çevreye yayılarak küresel ısınmaya sebep olan gazların miktarı da düşürülmüş olur.

Örnek



Elektrik devresinde R_1 direnci üzerinde harcanan elektriksel güç 64 W'tır.

Buna göre

a) **R_2 direnci üzerinde harcanan elektriksel güç kaç W olur?**

b) **Devrede harcanan toplam elektriksel güç kaç W olur?**

Çözüm

a) R_1 direnci üzerinde harcanan elektriksel güç

$P_1 = I^2 \cdot R_1$ den

$64 = I^2 \cdot 4$

$I^2 = 16$

$I = 4$ A'dir.

Seri bağlı dirençlerin üzerinden geçen akımlar eşit olduğu için R_2 direncinden geçen akım da 4 A olur.

R_2 direnci üzerinde harcanan elektriksel güç

$P_2 = I^2 \cdot R_2$

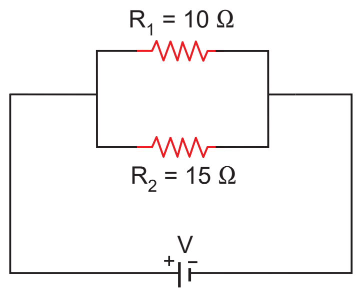
$P_2 = 4^2 \cdot 6 = 96$ W bulunur.

b) Devrede harcanan toplam elektriksel güç

$P_{Toplam} = P_1 + P_2 = 64 + 96 = 160$ W bulunur.

Sıra Sizde - 6

Elektrik devresinde R_1 direnci üzerinde harcanan elektriksel güç 90 W ise R_2 direnci üzerinde harcanan elektriksel güç kaç W olur?



Çözüm

Örnek

Gücü 2200 W olan çamaşır makinesi 220 V potansiyel farkı altında günde 2 saat çalıştırılıyor.

Buna göre

a) **Çamaşır makinesinin direnci kaç Ω'dur?**

b) **1 kWh (kilowatt saat) elektrik enerjisi 0,3 TL ile fiyatlandırıldığına göre çamaşır makinesinin 30 günlük kullanımı sonunda elektrik faturasına yansıyacak bedel kaç TL'dir?**

Çözüm

a) Elektrikli bir aracın elektriksel gücü

$P = V \cdot I = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R$ bağıntısıyla hesaplanır.

$2200 = \frac{(220)^2}{R} \Rightarrow R = \frac{220 . 220}{2200} = 22\ \Omega$ bulunur.

b) Çamaşır makinesi günde 2 saat çalışıyorsa 30 günde 60 saat çalışır.

2200 W = 2,2 kW'tır.

Elektrikli bir aracın t sürede harcadığı elektrik enerjisi

$W = P \cdot t$ olduğu için 30 günde $W = 2{,}2 \cdot 60 = 132$ kWh enerji harcar.

1 kWh elektrik enerjisi 0,3 TL ise $132 \cdot 0{,}3 = 39{,}6$ TL faturaya yansır.

Sıra Sizde - 7

Direnci 10 Ω olan bir elektrik ısıtıcısı 120 V potansiyel farkı altında çalıştırılıyor.

Buna göre

a) **Isıtıcıdan geçen akımın büyüklüğü kaç A'dir?**

b) **Isıtıcının elektriksel gücü kaç Watt'tır?**

c) **Isıtıcının 1 dakikada harcadığı enerji kaç Joule'dür?**

Çözüm

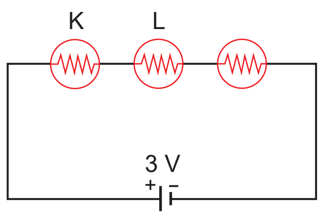
Sıra Sizde - 8

Ahmet, marketten tanesini 5,6 TL'den aldığı tavukların her birini sürekli 220 V ve 20 A'lik akımla çalışan fırında 2 saatte pişiriyor. Pişmiş tavukları maliyetinin $\frac{1}{5}$ i kadar kârla satmayı düşünüyor.

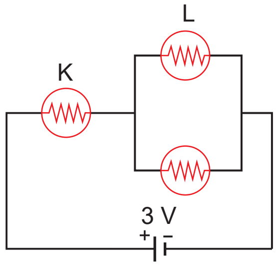
1 kWh elektrik enerjisi 0,5 TL ile fiyatlandırıldığına göre Ahmet'in bir tavuğu satmayı düşündüğü fiyatı bulunuz.

Çözüm

Örnek



Şekil-I



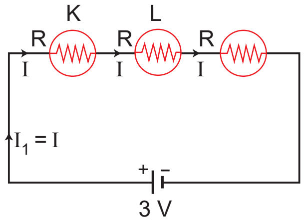
Şekil-II

İç direnci önemsiz üreteç ve özdeş lambalarla oluşturulan Şekil-I'deki elektrik devresi Şekil-II'deki elektrik devresine dönüştürülüyor.

Buna göre K ve L lambalarının parlaklıkları nasıl değişir?

Çözüm

Lambaların dirençlerine R denilirse
Şekil-I'deki devre için



Şekil-I

$R_{eş} = R + R + R = 3R$ olur.

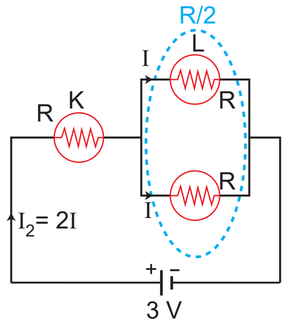
Ana kol akımının büyüklüğü

$I_1 = \frac{3V}{3R} = \frac{V}{R} = I$ olsun.

Şekil-II'deki devre için

$R_{eş} = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$

$I_2 = \frac{3V}{\frac{3R}{2}} = \frac{2V}{R} = 2I$ olur.

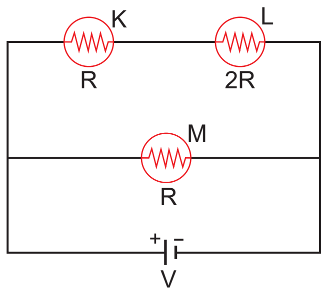


Şekil-II

Lambanın parlaklığı gücü ile doğru orantılıdır. $P = I^2 \cdot R$ bağıntısına göre K lambasından geçen akım iki katına çıkıp L lambasından geçen akım değişmediği için K lambasının parlaklığı artmış L lambasının parlaklığı değişmemiştir.

Örnek

Bir elektrik devresinde kullanılan K, L ve M lambalarının direnç değerleri şekildeki gibidir.



Üretecin iç direnci önemsiz olduğuna göre lambaların parlaklıkları arasındaki ilişki nedir?

Çözüm

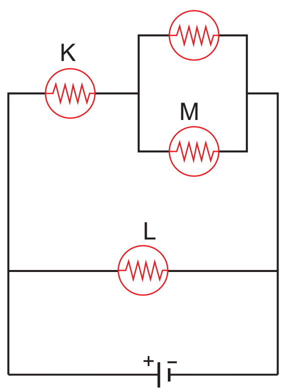
K ve L lambaları seri olduğundan bu koldaki toplam direnç $R_1 = R + 2R = 3R$ olur. Bu koldan geçen akım $I_1 = \frac{V}{3R} = I$ olsun.

Bu durumdan M lambasından geçen akım $I_2 = \frac{V}{R} = 3I$ olur. Lambaların güçleri $P_K = I^2 \cdot R$ $\quad P_L = I^2 \cdot 2R$ $\quad P_M = (3I)^2 \cdot R = 9I^2 \cdot R$

Lambaların parlaklıkları güçleri ile doğru orantılı olduğundan M > L > K olur.

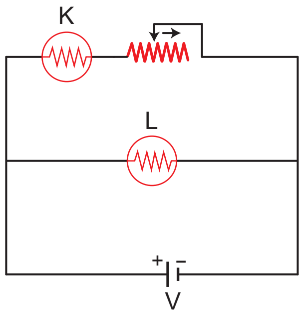
Sıra Sizde - 9

Özdeş lambalar ve iç direnci önemsiz üreteçle oluşturulan elektrik devresinde K, L ve M lambalarının parlaklıkları P_K, P_L ve P_M dir.



Buna göre lambaların parlaklıkları arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

Çözüm



Örnek

İç direnci önemsiz üreteç ve özdeş lambalarla oluşturulmuş elektrik devresinde reosta sürgüsü ok yönünde çekiliyor.

Buna göre K ve L lambalarının parlaklıkları nasıl değişir?

Çözüm

Üretecin iç direnci önemsiz olduğundan L lambasının uçlarındaki potansiyel farkı üretecin potansiyel farkına eşittir. L lambasına paralel bağlı kol üzerinde bulunan reostanın direncinde yapılacak değişiklik L lambasını etkilemediğinden parlaklığı değişmez. Reosta, K lambasına seri bağlı olduğundan sürgünün ok yönünden çekilmesiyle kolun direnci büyür ve koldan geçen akım küçülür. Bu nedenle K lambasının parlaklığı azalır.

1.2.4. Elektrik Akımının Oluşturabileceği Tehlikelere Karşı Alınması Gereken Sağlık ve Güvenlik Önlemleri



Görsel 1.9: *Yüksek gerilim hattı uyarı levhası*

Elektrik, hayatın vazgeçilmez bir parçasıdır ancak gerekli tedbirler alınmadığında tehlikeli olabilir. Bu tedbirlerden biri de uyarı levhalarıdır. Görsel 1.9'daki levha, yüksek gerilim hatlarından uzak durulması gerektiğini ifade eder. Elektrik kazalarından korunmak için alınacak bazı önlemler aşağıda verilmiştir.

- Elektrik uyarı levhalarına uyulmalı.
- Prizlere emniyet kapağı takılmalı (Görsel 1.10).
- Bir prize birden fazla fiş takılmamalı.
- Islak zeminlerde elektrikli cihazlar kullanılmamalı.
- Evlerde topraklı priz kullanılmalı.
- Kabloların ezik olmamasına dikkat edilmeli.
- Prizlere metal ve benzeri maddeler sokulmamalı.
- Yuvasından çıkmış ve telleri açıkta kalmış prizler tamir ettirilmeli (Görsel 1.11).
- Sigorta kapalı konuma getirilmeden elektrikle ilgili hiçbir iş yapılmamalı (Görsel 1.12).
- Elektrikli ev aletlerinin kullanım talimatlarına uyulmalı.
- Kullanılmayan elektrikli cihazlar prize takılı bırakılmamalıdır.



Görsel 1.10: *Kapaklı priz ve anahtar*



Görsel 1.11: *Yuvasından çıkmış priz*



Görsel 1.12: *Sigorta kullanılarak oluşturulmuş elektrik panosu*

3. BÖLÜM

MIKNATIS VE MANYETİK ALAN

Konular

1.3.1. Mıknatısların Oluşturduğu Manyetik Alan ve Özellikleri

Anahtar Kavramlar

- Manyetik alan



- **Mıknatıslar ne tür maddelere kuvvet uygular?**
- **Pusulanın yapısında mıknatıs var mıdır?**

Bu bölümde mıknatısların oluşturduğu manyetik alan incelenerek manyetik alanın özellikleri hakkında bilgi verilecektir.

Mıknatısların üzerinde kutup adı verilen bölgeler bulunduğu ve iki mıknatıs arasında oluşan itme ve çekme kuvvetinin temas gerektirmeyen kuvvetler olduğu vurgulanacaktır.

1.3.1. Mıknatısların Oluşturduğu Manyetik Alan ve Özellikleri

Mıknatısın manyetik özelliklerini gösterdiği bölgeye o mıknatısın **manyetik alanı** denir. Manyetik alan $\vec{B}$ sembolüyle gösterilir. SI'da birimi Tesla'dır. Manyetik alan vektörel bir büyüklüktür. Mıknatıslar, manyetik alanı içerisindeki diğer mıknatıslara ve manyetik maddelere kuvvet uygular.

Mıknatısın etrafında oluşan manyetik alanı incelemek için "Mıknatısın etrafında oluşan manyetik alanın kutup şiddetine ve mıknatısa olan uzaklığına bağlı değişimi" etkinliğini yapınız.

ETKİNLİK

1.1. ETKİNLİK

Etkinliğin Adı	Mıknatısın etrafında oluşan manyetik alanın kutup şiddetine ve mıknatısa olan uzaklığına bağlı değişimi
Etkinliğin Amacı	Manyetik alanın büyüklüğünü etkileyen bazı değişkenlerin incelenmesi
Kullanılan Malzemeler	Bilgisayar veya etkileşimli tahta

Etkinliğin Yapılışı

1. Adım: Karekodu okutarak "Mıknatıslar" simülasyonunu açınız.

2. Adım: Simülasyonun seçenekler kısmındaki "Alan metreyi göster" tuşunu seçiniz. Alan metreyi sabitleyip mıknatısın "Kutup şiddeti kuvvet" tuşunu 0'dan 100'e doğru artırarak alan metrede verilen manyetik alan şiddet değerlerinin değişimini gözlemleyiniz.

3. Adım: Simülasyondaki alan metreyi mıknatısa yaklaştırarak manyetik alan değerlerinde meydana gelen değişiklikleri gözlemleyiniz.

Etkinliğin Sonuçlandırılması

Etkinliğin 2 ve 3. adımlarındaki alan metrede okunan manyetik alanın şiddet değerlerindeki değişimi arkadaşlarınızla tartışınız.

"Mıknatısın etrafında oluşan manyetik alanın kutup şiddetine ve mıknatısa olan uzaklığına bağlı değişimi" etkinliğinde görüldüğü gibi mıknatısın kutup şiddeti artırıldığında etrafında oluşan manyetik alan şiddeti artar.

Mıknatısa yaklaşıldığında manyetik alanın büyüklüğü artarken mıknatıstan uzaklaşıldığında azalır.

Mıknatısların etrafında oluşan manyetik alanın büyüklüğünü etkileyen faktörlerden biri de mıknatısın bulunduğu ortamdır. Ortamın, mıknatısın etrafında oluşan manyetik alana etkisini incelemek için "Manyetik alanın büyüklüğünün ortama bağlılığı" deneyini yapınız.

DENEY

1.4. DENEY

Deneyin Adı	Manyetik alanın büyüklüğünün ortama bağlılığı
Deneyin Amacı	Mıknatısın etrafında oluşan manyetik alanın büyüklüğünün ortama bağlılığının incelenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Çubuk mıknatıs • 20 gram demir tozu • 20x20 cm ebadında cam • 20x20 cm ebadında mukavva (Cam ile aynı kalınlıkta olmalıdır.)

Deneyin Yapılışı

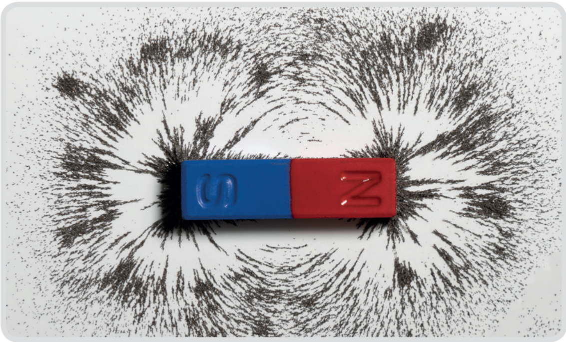
1. Adım: Demir tozlarını yatay tutulan camın üzerine homojen bir şekilde yayarak çubuk mıknatısı camın altına yaklaştırınız. Cam üzerindeki demir tozlarının oluşturduğu deseni aşağıdaki bölgeye çiziniz.

2. Adım: Demir tozlarını yatay tutulan mukavva üzerine homojen bir şekilde yayarak çubuk mıknatısı mukavvanın altına yaklaştırınız. Mukavva üzerindeki demir tozlarının oluşturduğu deseni aşağıdaki bölgeye çiziniz.

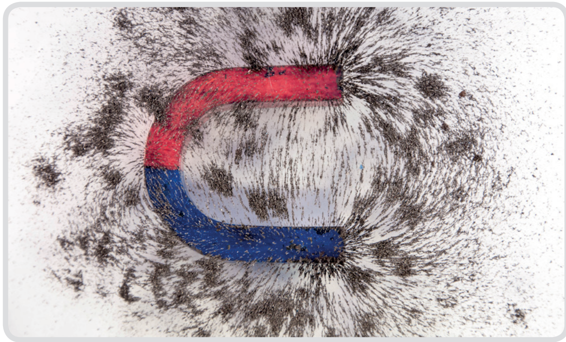
Sonuç ve Değerlendirme

Mıknatıs ile demir tozları arasındaki ortamın değişmesi, demir tozlarının oluşturduğu desende bir değişiklik oluşturdu mu? Oluşturduysa nedenini arkadaşlarınızla tartışınız.

"Manyetik alanın büyüklüğünün ortama bağlılığı" deneyinde camın ve mukavvanın üzerindeki demir tozlarının görünümü arasında fark olduğu gözlemlenir. Bunun nedeni mıknatıs ile demir tozları arasındaki ortamın, manyetik alanın büyüklüğünü etkilemesidir. Deneydeki demir tozlarının deseni incelendiğinde bazı bölgelerde toplanan demir tozlarının diğer bölgelerde toplanan demir tozlarından daha fazla olduğu görülür (Görsel 1.13: a, b). Bu bölgelere **mıknatısın kutupları** denir. Bütün mıknatıslar, kuzey **N** (North-nort) ve güney **S** (South-saut) olmak üzere iki kutuptan oluşur.



a)



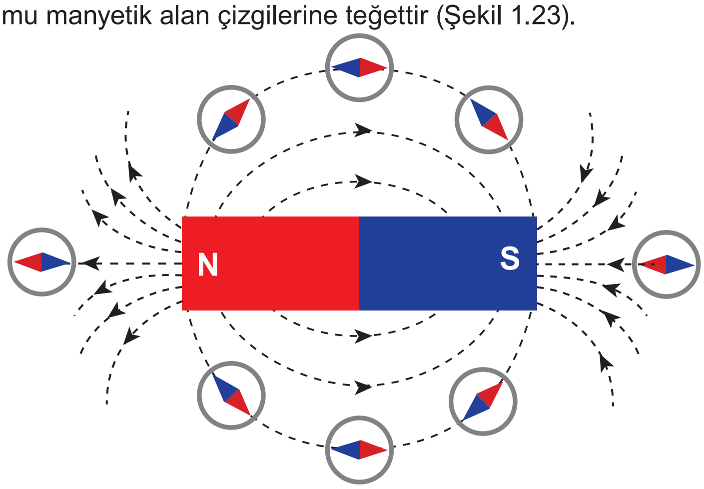
b)

Görsel 1.13: *a) Çubuk mıknatısın demir tozlarıyla etkileşimi b) U şeklindeki mıknatısın demir tozlarıyla etkileşimi*

Demir tozlarının deseni incelendiğinde mıknatısın etrafında çizgiler oluştuğu görülür. Bu çizgiler mıknatısa yakın olan bölgelerde daha belirgindir. Mıknatıstan uzaklaşıldıkça çizgilerin belirsizleştiği ve demir tozlarının mıknatıstan daha az etkilendiği görülür. Demir tozlarının oluşturduğu desen, modelleme yapılarak mıknatısın etrafında oluşan manyetik alan çizgilerine benzetilebilir.

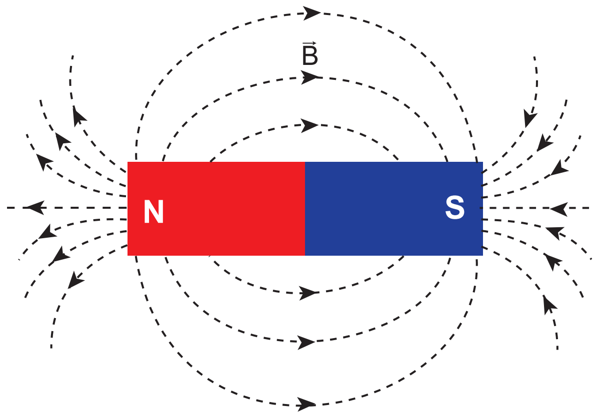
Mıknatısların etrafında oluşan manyetik alan, manyetik alan çizgileri ile temsil edilir. Bu çizgiler, mıknatısların etrafında oluşan manyetik alanın daha iyi anlaşılmasını sağlar.

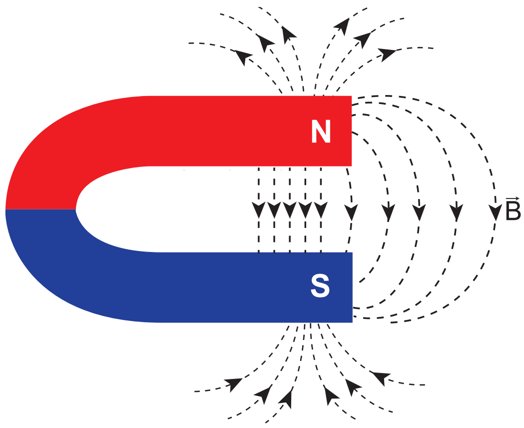
Yön bulmada kullanılan pusulanın ibresi bir mıknatıstır. Pusula, çubuk mıknatısın manyetik alanı içerisine konulduğunda pusula ibresi çubuk mıknatısın manyetik alanından etkilenerek sapar. Pusula ibresinin konumu manyetik alan çizgilerine teğettir (Şekil 1.23).



Şekil 1.23: *Mıknatısın manyetik alanı içerisindeki pusula ibrelerinin konumu*

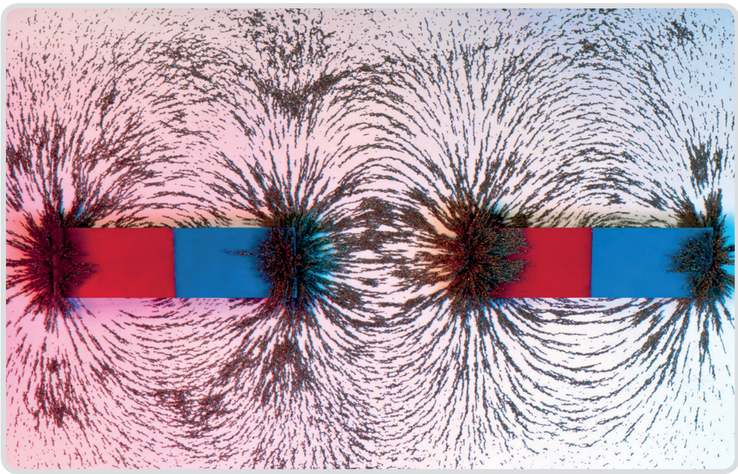
Manyetik alan çizgileri, kapalı eğriler şeklindedir. Bu nedenle manyetik alan çizgilerinin bir başlangıç ve bitiş noktası yoktur. Manyetik alan çizgileri, mıknatısın etrafındaki N kutbundan S kutbuna yönelirken (Şekil 1.24: a ve b) mıknatıs içindeki manyetik alan çizgileri, S kutbundan N kutbuna doğrudur.





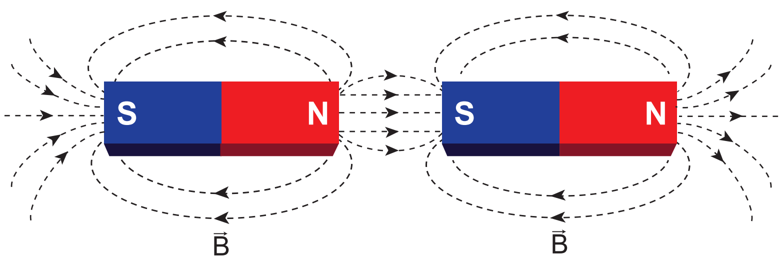
Şekil 1.24: *a) Çubuk mıknatısın manyetik alan çizgileri b) U şeklindeki mıknatısın manyetik alan çizgileri*

İki farklı mıknatıstan birinin N kutbu, diğerinin S kutbuna yaklaştırıldığında mıknatısların demir tozları ile etkileşimi Görsel 1.14'teki gibi olur.



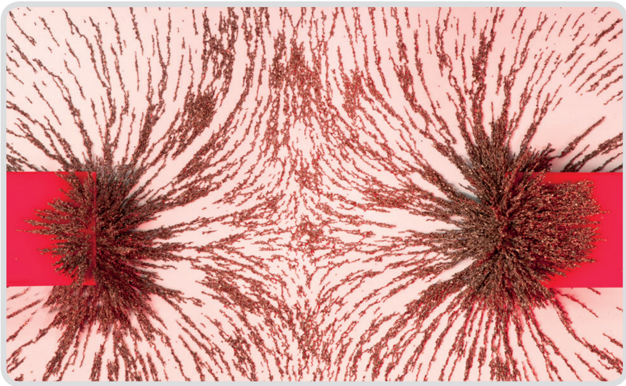
Görsel 1.14: *Mıknatısın zıt kutuplarının birbiriyle etkileşimi*

Demir tozlarının oluşturduğu desenden yararlanılarak iki zıt kutup arasında oluşan manyetik alan çizgilerinin deseni Şekil 1.25'teki gibi çizilir.



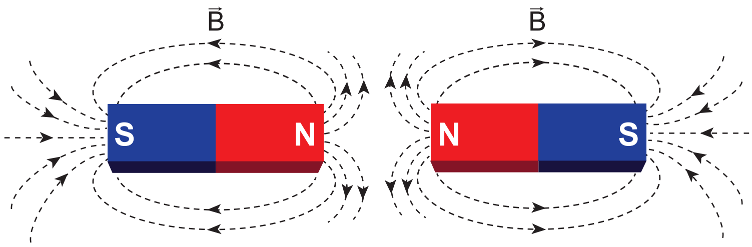
Şekil 1.25: *Zıt kutuplar arasında oluşan manyetik alan çizgileri*

İki çubuk mıknatısın aynı kutupları birbirine yaklaştırılıp demir tozları ile etkileşimi sağlandığında demir tozlarının görünümü Görsel 1.15'teki gibi olur. Demir tozlarının bu görünümü, aynı kutupları birbirine yaklaştırılan mıknatısların manyetik alanlarının itme kuvveti oluşturmasındandır.



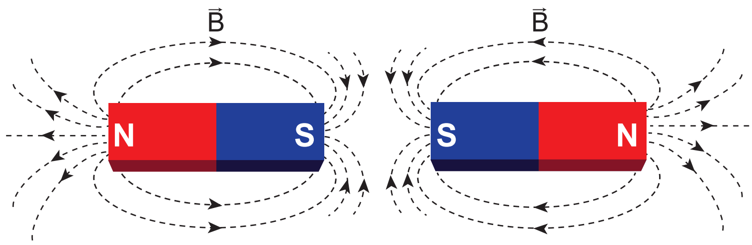
Görsel 1.15: *Mıknatısın aynı kutuplarının birbiriyle etkileşimi*

İki farklı mıknatısın N kutupları karşılıklı olarak yaklaştırılırsa çizgiler birbirini kesmediği için aralarındaki desen Şekil 1.26'daki gibi olur.



Şekil 1.26: *Mıknatısların N kutuplarının etkileşimi*

İki farklı mıknatısın S kutupları birbirine yaklaştırıldığında manyetik alan çizgilerinin deseni Şekil 1.27'deki gibi olur.

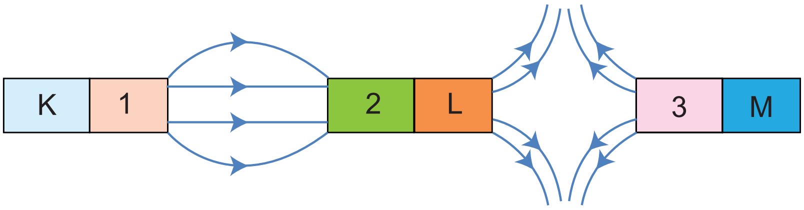


Şekil 1.27: *Mıknatısların S kutuplarının etkileşimi*

Mıknatısların etrafında oluşan manyetik alan çizgileri incelendiğinde çizgilerin bazı bölgelerde sık, bazılarında ise seyrek olduğu görülür. Manyetik alan şiddeti, manyetik alan çizgilerinin sık olduğu bölgelerde büyük, seyrek olduğu bölgelerde ise küçüktür.

Bir mıknatısın diğer mıknatıslara veya manyetik maddelere uyguladığı kuvvet, mıknatısın etrafında oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğüne bağlıdır. Mıknatıstan uzaklaşıldıkça manyetik alan şiddeti azaldığı için manyetik cisimlere uygulanan kuvvet de azalır.

Örnek



Üç mıknatıs arasında meydana gelen manyetik alan kuvvet çizgileri modeli şekildeki gibidir.

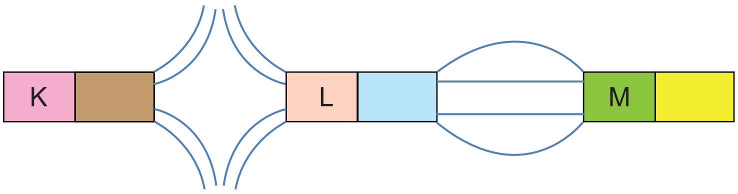
Buna göre K, L ve M bölgelerinin hangi kutuplar olduğunu bulunuz.

Çözüm

Manyetik alan çizgileri N kutbundan çıkıp S kutbuna gider. O hâlde 1. bölge N, K bölgesi S kutbudur. Manyetik alan çizgileri L bölgesi ve 3. bölgeden çıktığı için her ikisi de N kutbudur. Bu durumda 2. bölge ve M bölgesi S kutbu olur.

K	L	M
S kutbu	N kutbu	S kutbu

Sıra Sizde - 10



Üç çubuk mıknatısın arasında oluşan manyetik alan çizgileri şekildeki gibidir.

Buna göre

I. L ve M uçları S kutbudur.

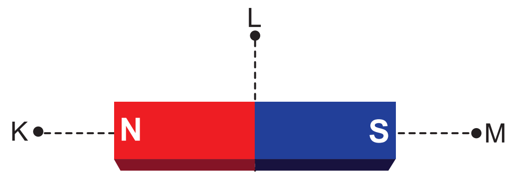
II. K ucu L ucunu çeker.

III. K ve M uçları zıt kutuptur.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

Çözüm

Sıra Sizde - 11



Bir çubuk mıknatısın manyetik alanı içerisinde bulunan K, L ve M noktaları şekildeki gibidir.

Buna göre bu noktalarda oluşan manyetik alan vektörlerinin yönlerini çiziniz.

Çözüm

Sıra Sizde - 12

Mıknatısın bir noktada oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü

I. Mıknatısın kutup şiddetinin değiştirilmesi

II. Seçilen noktanın mıknatısa olan uzaklığının değiştirilmesi

III. Seçilen nokta ile mıknatıs arasındaki ortamın değiştirilmesi

işlemlerinden hangisinin tek başına yapılması sonucunda etkilenir?

Çözüm

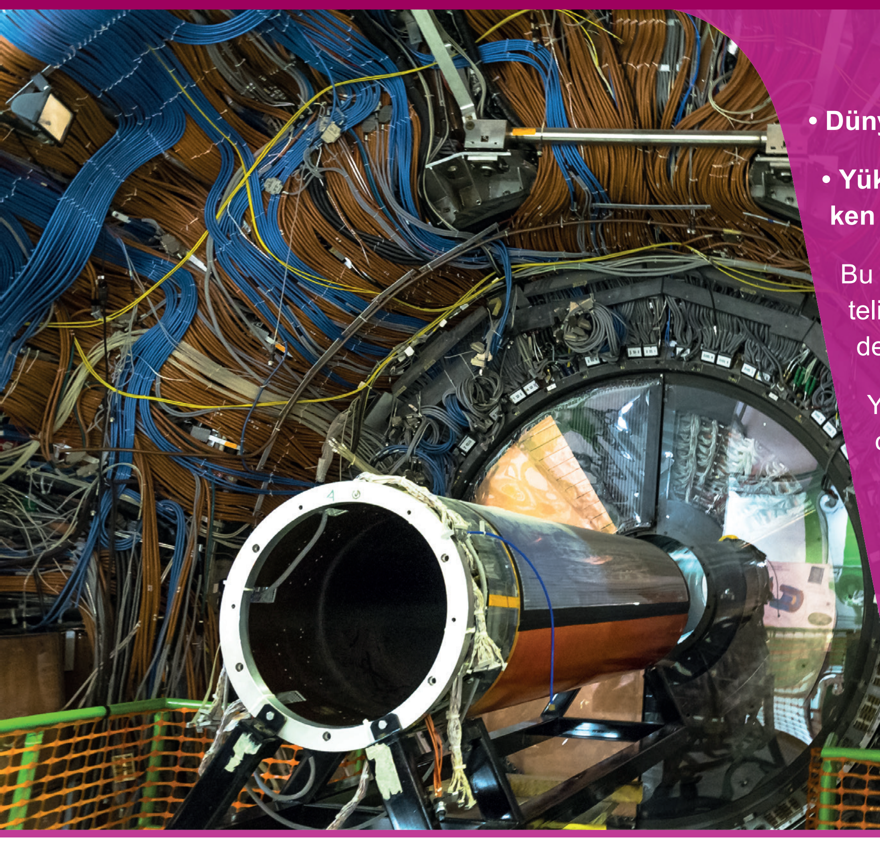
4. BÖLÜM

AKIM VE MANYETİK ALAN

Konular

Anahtar Kavramlar

- Manyetik alan



- **Dünya’nın bir manyetik alanı var mıdır?**
- **Yüksek gerilim hatlarının yakınından geçerken pusula ibresi niçin sapar?**

Bu bölümde üzerinden akım geçen düz bir telin etrafında oluşan manyetik alanı etkileyen değişkenlere yer verilecektir.

Yüksek gerilim hatlarının geçtiği alanlarda oluşan manyetik alanın canlılar üzerindeki etkileri anlatılacak, elektromıknatısın ne olduğu ve günlük hayatta nasıl kullanıldığı üzerinde durulacaktır.

Pusulayla nasıl yön bulunacağı anlatılıp bazı canlıların yerin manyetik alanından yararlanarak uzak bölgelere nasıl göç ettiği açıklanacaktır.

1.4.1. Üzerinden Akım Geçen Düz Bir İletken Telin Etrafında Oluşan Manyetik Alan

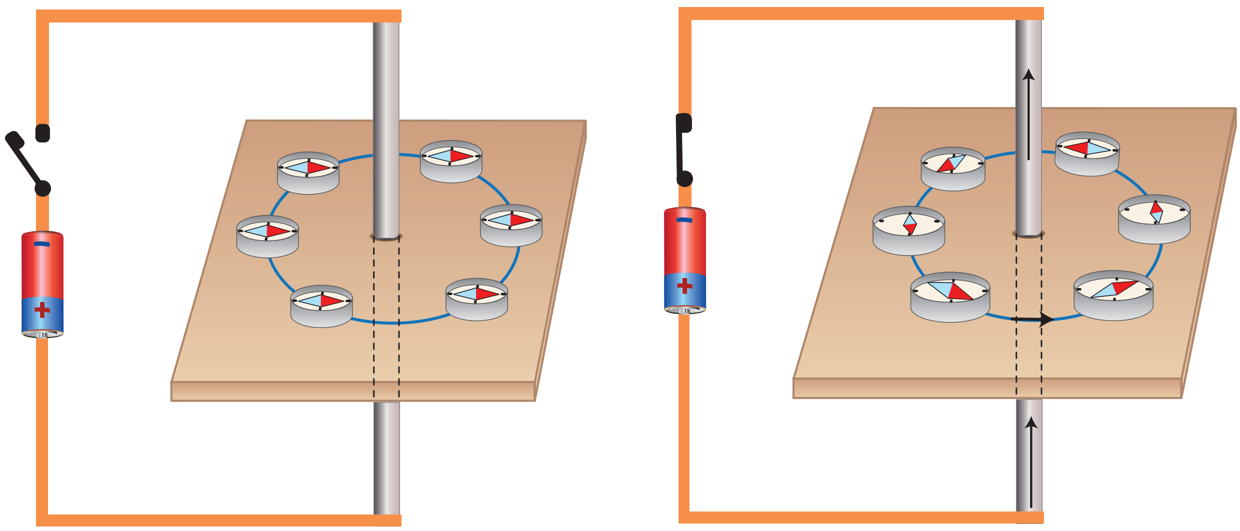
İzleyerek Öğrenelim

Elektrik akımının meydana getirdiği manyetik alan deneyini karekoddan yararlanarak inceleyiniz.

Mıknatıs dışında başka cisimlerin etrafında da manyetik alan oluşur mu?

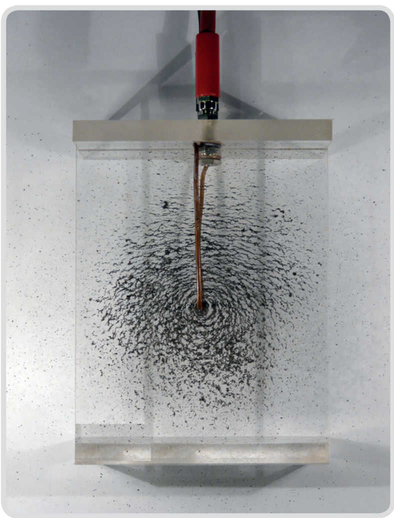
1820 yılında Danimarkalı bilimi insanı Hans Christian Oersted (Hans Kristiyan Örsted) (1775-1851) öğrencilerine ders vermek için hazırlandığı sırada masasının üzerinde duran pusulanın ibresinin akım geçen iletken telden etkilendiğini görür. Bu olaydan yola çıkarak içerisinden akım geçen iletken telin etrafında manyetik alan oluştuğu sonucuna varır.

Üzerinden akım geçen düz bir iletken telin etrafında oluşan manyetik alan pusula kullanılarak incelenebilir.



a) b)

Şekil 1.28: *a) İletken telden akım geçmeden önce pusula ibrelerinin konumu*
b) İletken telden akım geçtikten sonra pusula ibrelerinin konumu



Görsel 1.16: *Akım geçen iletken telin etrafında oluşan manyetik alanın demir tozlarına etkisi*

Anahtar açıkken devrede akım oluşmaz ve pusula ibreleri yerin manyetik alanının etkisiyle aynı tarafa yönelir (Şekil 1.28: a). Anahtar kapatıldığında Şekil 1.28: b'deki gibi iletkenden geçen akım nedeniyle iletken telin etrafında bir manyetik alan oluşur. Yerin oluşturduğu manyetik alan, iletken telin oluşturduğu manyetik alana göre zayıf olduğundan iletken telin manyetik alanından etkilenen pusulaların ibreleri bir halka oluşturacak şekilde sapar.

Üzerinden akım geçen iletken telin etrafında oluşan manyetik alan, içerisindeki manyetik maddelere kuvvet uygular. İletken telin çevresine serpilen demir tozları bu kuvvetin etkisiyle Görsel 1.16'daki gibi konumlanır.

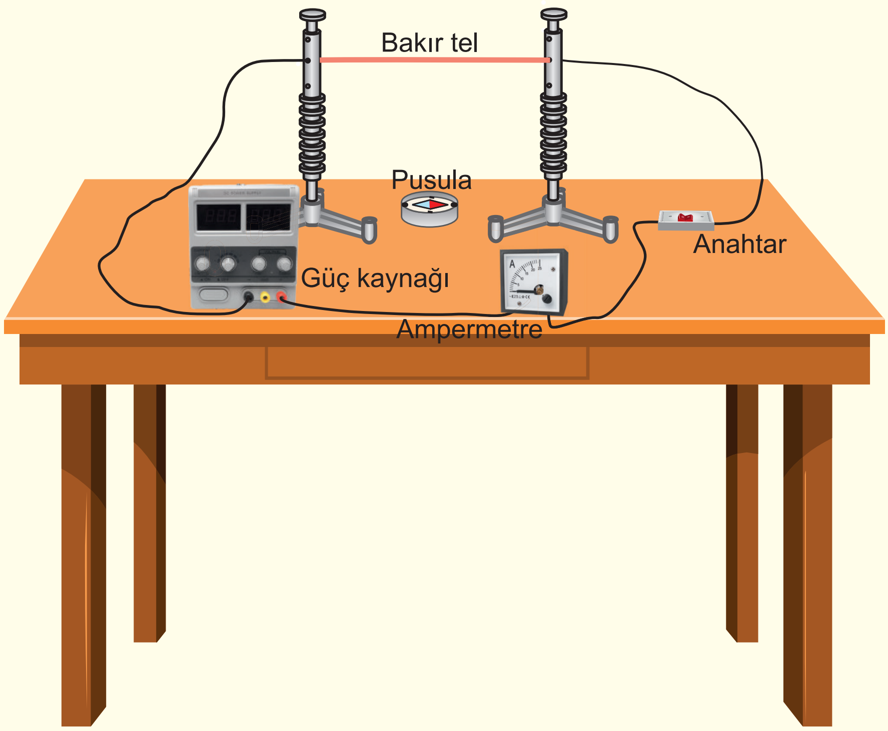
Üzerinden akım geçen düz bir iletken telin etrafında oluşan manyetik alanı etkileyen değişkenleri "Düz iletken telden geçen akımın oluşturduğu manyetik alan" deneyini yaparak inceleyiniz.

DENEY

1.5. DENEY

Deneyin Adı	Düz iletken telden geçen akımın oluşturduğu manyetik alan
Deneyin Amacı	İletken telin etrafında oluşan manyetik alanı etkileyen değişkenlerin belirlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Pusula • DC güç kaynağı (0-25 V) • 2 adet üçayak • 30 cm uzunluğunda bakır tel • 4 adet bağlantı kablosu • Ampermetre • Anahtar • Tablet bilgisayar

Deney Düzeneği



Şekil-I

1. Adım: Üçayakları masa üzerinde birbirine yaklaştırıp bakır teli şekildeki gibi aralarına yerleştiriniz.

2. Adım: Güç kaynağından gelen bağlantı kablolarından birini bakır telin ucuna bağlayınız.

3. Adım: Güç kaynağının çıkışını bağlantı kablosuyla ampermetrenin girişine bağlayınız.

4. Adım: Ampermetrenin çıkışını bağlantı kablosuyla anahtarın bir ucuna bağlayınız.

5. Adım: Anahtarın bir ucundan çıkardığınız kabloyu bakır telin diğer ucuna bağlayınız.

6. Adım: Pusulayı bakır telin altında olacak şekilde masanın üzerine bırakınız.

DENEY

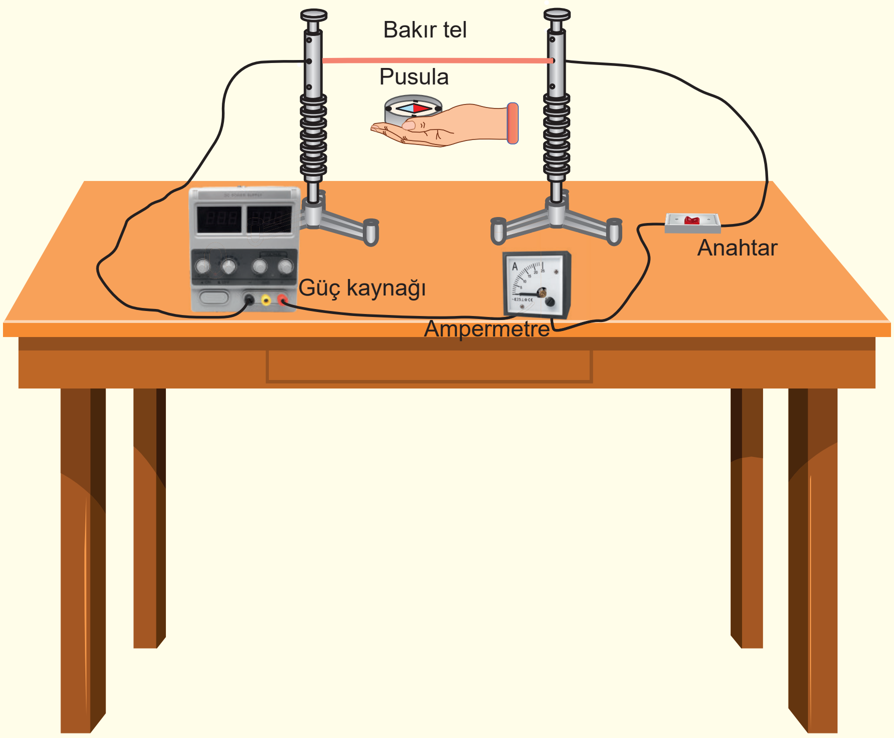
Deneyin Yapılışı

1. Adım: Anahtar açık durumdayken pusulanın fotoğrafını tabletle çekerek fotoğrafı “1 numaralı fotoğraf” şeklinde tablete kaydediniz.

2. Adım: Pusula Şekil-I’deki konumdayken üretecin kademe düğmesini 3 V’a getirip anahtarı kapatınız. Ampermetrede okunan değeri kaydediniz. Pusula ibresi dengeye geldiğinde fotoğrafını tabletle çekerek fotoğrafı “2 numaralı fotoğraf” şeklinde tablete kaydediniz.

3. Adım: Üretecin kademe düğmesini 6 V’a getirip ampermetrede okunan değeri defterinize kaydediniz. Pusula ibresindeki sapmayı gözlemlemek için pusula ibresi dengeye geldiğinde pusula ibresinin fotoğrafını tabletle çekerek fotoğrafı “3 numaralı fotoğraf” şeklinde tablete kaydediniz.

4. Adım: Üretecin kademe düğmesini 3 V’a getirip pusulayı elinizle bakır tele doğru Şekil-II’deki gibi yaklaştırınız. Pusula, bakır tele yakın konumdayken anahtarı kapatıp pusula ibresi dengeye geldiğinde fotoğrafını çekerek “4 numaralı fotoğraf” şeklinde tablete kaydediniz.



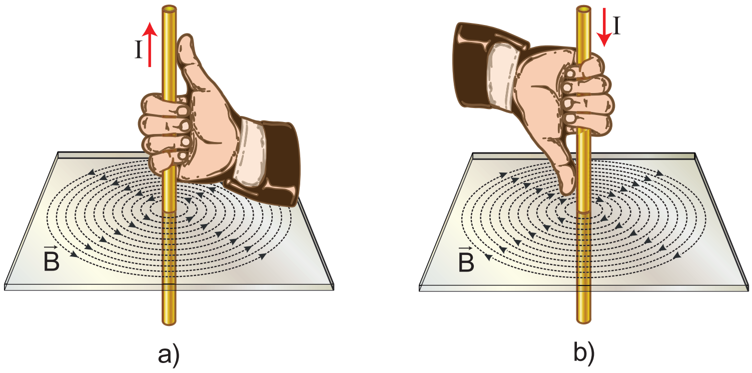
Şekil-II

Sonuç ve Değerlendirme

1. 1, 2 ve 3 numaralı fotoğrafları inceleyiniz. Ampermetrede okunan değerlere göre pusula ibresinin sapma miktarındaki farklılığın sebebini arkadaşlarınızla tartışınız.

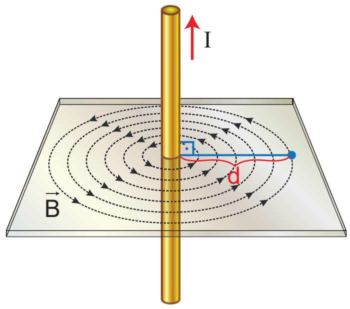
2. 2 ve 4 numaralı fotoğrafları inceleyiniz. Pusulanın tele olan uzaklığının değişmesinin pusula ibresindeki sapma miktarını nasıl etkilediğini arkadaşlarınızla tartışınız.

Üzerinden akım geçen düz iletken telin etrafında oluşan manyetik alan, iletken telin bulunduğu düzleme diktir. Manyetik alan çizgileri iletken telin etrafında halkalar şeklinde oluşur. Oluşan manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur. Üzerinden akım geçen iletken tel, başparmak ile akım aynı yönde olacak şekilde sağ elin avuç içine alınır. Bu durumda bükülen dört parmak, manyetik alanın dolanım yönünü gösterir (Şekil 1.29: a ve b).



Şekil 1.29: *a) Yukarı yönlü akımın iletken telin çevresinde oluşturduğu manyetik alan ve yönü b) Aşağı yönlü akımın iletken telin çevresinde oluşturduğu manyetik alan ve yönü*

Üzerinden akım geçen düz iletken telin (Şekil 1.30) etrafında oluşan manyetik alanın büyüklüğü, iletken telden geçen akım şiddeti (I) ile doğru orantılıdır. Akım şiddeti artırıldığında iletken telin etrafında oluşan manyetik alanın şiddeti de artar. İletken telden geçen akımın yönünün değişmesi, manyetik alanın yönünün değişmesine neden olur.



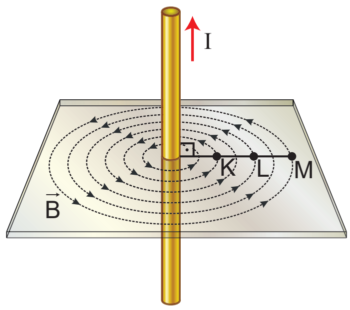
Şekil 1.30: *Üzerinden akım geçen düz iletken telin etrafında oluşan manyetik alanın büyüklüğünü etkileyen faktörler.*

Üzerinden akım geçen düz iletken telin etrafında oluşan manyetik alanın büyüklüğünü etkileyen faktörlerden biri de iletken telin, manyetik alan şiddetinin inceleneceği noktaya olan dik uzaklığıdır (d). İletken telin etrafındaki bir noktada oluşan manyetik alan şiddeti, o noktanın iletken tele olan dik uzaklığı ile ters orantılıdır. İletken tele yaklaşıldıkça manyetik alanın büyüklüğü artarken iletken telden uzaklaşıldığında azalır.

Örnek

Üzerinden akım geçen düz iletken telin etrafında oluşan manyetik alan içerisindeki K, L ve M noktaları şekilde verilmiştir.

Buna göre K, L ve M noktalarında oluşan manyetik alan şiddetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

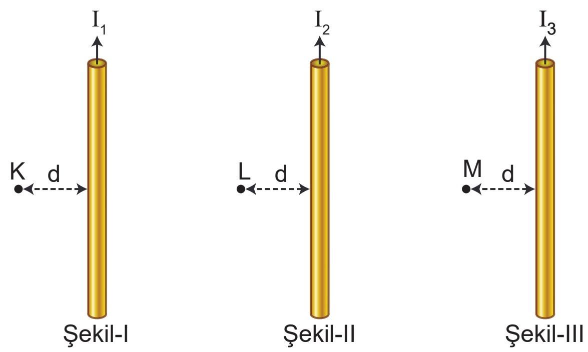


Çözüm

İletken telden geçen akımın oluşturduğu manyetik alan, telden uzaklaşıldıkça azalır. Bu nedenle $B_K > B_L > B_M$ olur.

Sıra Sizde - 13

İçerisinden I_1, I_2 ve I_3 akımları geçirilen iletken tellerden eşit uzaklıktaki K, L ve M noktalarındaki manyetik alan şiddetlerinin büyüklükleri B_K, B_L ve B_M dir.



İletken tellerden geçen akımlar arasındaki ilişki $I_3 > I_1 > I_2$ olduğuna göre B_K, B_L ve B_M arasındaki ilişki nedir? (Teller birbiriyle etkileşmeyecek kadar uzaktadır.)

Çözüm

Yüksek Gerilim Hatları



Görsel 1.17: *Yüksek gerilim hattı*



Görsel 1.18: *Trafo*

Evlerde kullanılan elektrikli cihazlar çalıştırıldığında bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alanın çok daha şiddetlisi yüksek gerilim hatları (Görsel 1.17) ile trafoların (Görsel 1.18) etrafında oluşur. Yüksek gerilim hatlarının ve trafoların etrafında oluşan manyetik alan canlıların sağlığını olumsuz etkiler.

Yüksek gerilim hatları ve trafoların, canlıların sağlığına olumsuz etkilerinde iki önemli faktör vardır:

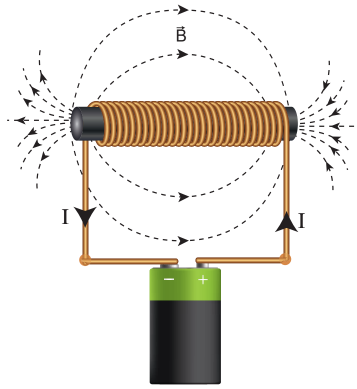
1. Bulunulan noktada oluşan manyetik alanın büyüklüğü
2. Manyetik alana maruz kalma süresi

Meraklısına Bilgi

Türkiye'de iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun yayılımı sonucu oluşan elektromanyetik alanların insan sağlığı ve çevre üzerindeki muhtemel olumsuz etkilerinin azaltılmasına esas olacak kriterler 24.07.2010 tarih ve 27651 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan yönetmelikle belirlenmiştir.

National Research Council (Neyşınıl Risörç Kansıl-Ulusal Araştırma Konseyi) ve National Academy of Sciences (Neyşınıl Akademi of Saynsıs-Ulusal Bilimler Akademisi) tarafından desteklenen bir çalışmada yerleşim alanlarının enerji iletim hatlarına yakınlığıyla lösemi (kan kanseri) hastalığı arasında bir ilişki olduğu ortaya konmuştur.

Tellerin etrafında oluşan elektromanyetik alanların sinir sistemi üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı bağışıklık sisteminin zayıfladığı ve kanser riskinin arttığı tıbbi olarak kabul edilmiştir. Ayrıca manyetik alanların hassas cihazlar üzerinde de etkili olduğu bilinmektedir.

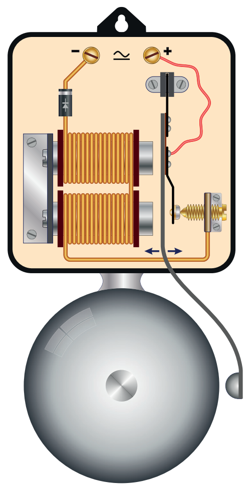


Şekil 1.31: *Elektromıknatıs etrafında oluşan manyetik alan*

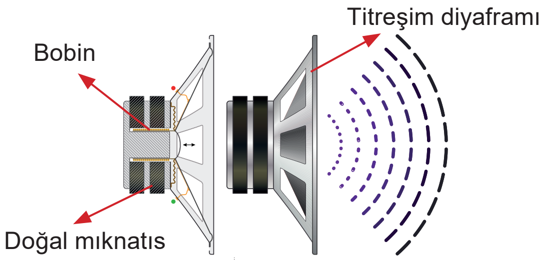
Elektromıknatıslar

Manyetik maddelerin üzerine sarılmış telden akım geçirildiğinde akımın oluşturduğu manyetik alandan etkilenen bu maddeler mıknatıslık özelliği gösterir. Bu şekilde oluşturulmuş yapay mıknatıslara **elektromıknatıs** denir. Demir çubuğun etrafına dışı yalıtılmış iletken tel sarılıp (Şekil 1.31) telden akım geçirildiğinde elektromıknatıs elde edilir. Elektromıknatısın oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü, iletken telden geçen akımın şiddeti ve sarım sayısı ile doğru orantılıdır.

Telefon konuşması sırasında telefonun içinde bulunan elektromıknatıs, ses sinyallerini elektrik sinyallerine veya elektrik sinyallerini ses sinyallerine dönüştürür. Elektromıknatıslar, mikrofondan hoparlöre (Görsel 1.19), kapı zilinden (Görsel 1.20) elektrik motoruna (Görsel 1.21), ölçü aletlerinden telgrafa, vinçlerden hızlı trene (maglev) kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir (Görsel 1.22).

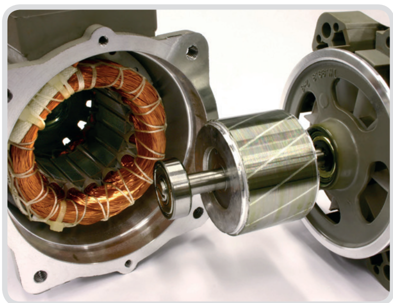


Görsel 1.20: *Kapı zilinin yapısı*



Görsel 1.19: *Hoparlörün yapısı*

Maglev trenlerinin altında güçlü mıknatıslar bulunur. Tren raylarına konulan elektromıknatısların oluşturduğu manyetik alan sayesinde raylardan yükselen tren, yüksek hızla hareket ettirilebilir.



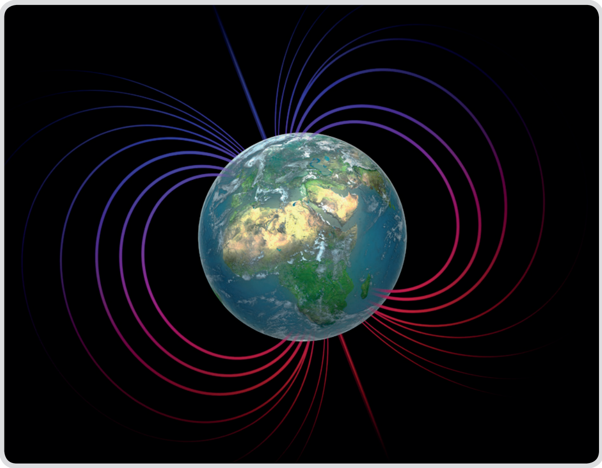
Görsel 1.21: *Elektrik motoru içindeki bobin*



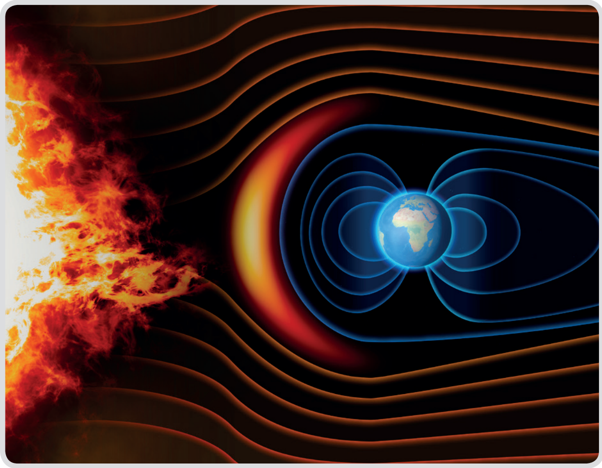
Görsel 1.22: *Maglev treni*

1.4.2. Dünya'nın Manyetik Alanının Sonuçları

Dünya'nın çekirdeği 3480 kilometre yarıçapındadır. Çekirdekte büyük oranda demir ve az miktarda nikel, eriyik hâlde bulunur. Eriyik hâlde bulunan demirin hareket etmesi sonucunda güney-kuzey doğrultusunda manyetik alan meydana gelir. Bu durum Dünya'nın dev bir mıknatıs gibi davranmasına neden olur (Görsel 1.23). Oluşan bu manyetik alan, canlı hayatını önemli ölçüde etkiler.



Görsel 1.23: *Dünya'nın manyetik alanı*



Görsel 1.24: *Dünya'nın manyetik alanının illüstrasyonu*

Dünya'nın manyetik alanı, oluştuğu zamandan bu güne kadar Dünya'yı Güneş rüzgârlarından, uzaydan gelen yüksek enerjili parçacıklardan ve radyasyondan korumaktadır (Görsel 1.24).

Dünya'nın manyetik alanı kutup ışıkları (aurora) adı verilen doğal ışımaların meydana gelmesine neden olur (Görsel 1.25). Aurora, Güneş'ten gelen yüklü parçacıkların Dünya'nın manyetik alanı etkisiyle kutuplara yönelmesi ve atmosferdeki gazlarla etkileşmesi sonucu oluşan ışıma olayıdır.



Görsel 1.25: *Kutup ışıkları (auroralar)*

Manyetik alan, canlılar için yaşamsal tehdit oluşturan radyasyona karşı kalkan vazifesi görmesinin yanında, insanların ve bazı canlıların yön bulmaları konusunda da kolaylık sağlamaktadır.

Sıra Sizde - 14

Dünya'nın merkezinde bulunan ve çoğunluğu eriyik demirden oluşan yüksek sıcaklıktaki sıvı akımından dolayı Dünya çevresinde manyetik alan oluşur.

Buna göre

I. Arıların ve göçmen kuşların yönlerini bulmaları

II. Aurora denilen kutup ışınlarının oluşması

III. Güneş'ten gelen radyasyonun büyük bir kısmının Dünya yüzeyine ulaşamaması

ifadelerinden hangileri Dünya'nın manyetik alanının sonuçlarındandır?

Çözüm



Görsel 1.26: *Pusula*

Pusula ile Yön Nasıl Bulunur?

Dünya'nın manyetik alanının etkisiyle yön bulmak için kullanılan pusulalardaki ibre bir mıknatıstır ve bu ibre Dünya'nın manyetik alanı doğrultusunda dengeye gelir. Pusula ibresinin N kutbu coğrafi kuzey kutbunu gösterir. Böylece gidilecek yön kolayca belirlenir. Yön bulunurken pusula yerin manyetik alanı dışındaki manyetik alanlardan da etkilenebilir. Cep telefonu, mıknatıs ve yüksek gerilim hatlarının çevresinde manyetik alan oluştuğundan yön bulurken pusulanın bu ve benzeri manyetik alanlardan yeterince uzak bir noktada kullanılması gerekir.

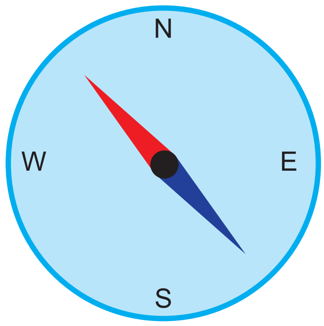
Pusulada önce yönler öğrenilmelidir. N kuzey, S güney, E doğu W batı yönünü göstermektedir (Görsel 1.26). Pusulanın üzerinde bulunan bu harfler yönlerin İngilizce karşılıklarının baş harfleridir. Pusulanın yön ibresi iki renkli olup kırmızı uç daima kuzeyi (N harfini) gösterir.

Pusula ile yön aşağıdaki şekilde bulunur:

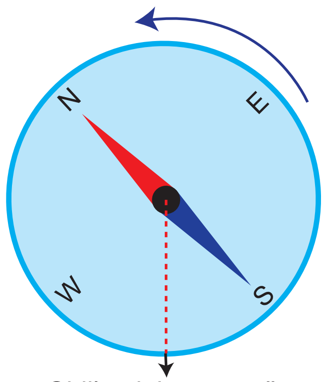
1. Güneybatı yönünde gitmek isteyen biri, pusulayı yatay tuttuğunda pusula Şekil 1.32'deki gibi dengeye gelmiş olsun.

2. Pusulanın döner kapsülü, pusula ibresinin kırmızı ucu Şekil 1.33'teki gibi N (kuzey) kutbunu gösterecek şekilde döndürülür.

3. Pusulaya göre güneybatı yönü belirlenerek istenilen yönde ilerlenir.



Şekil 1.32: *Yerin manyetik alanına göre dengelenmiş pusula*



Şekil 1.33: *Gidilecek gerçek yönün gösterimi*

Sıra Sizde - 15



Görsel 1.27: *Harput'a ait tarihî ve turistik yerleri gösteren kroki*

Harput'taki tarihî yerleri gezmek isteyen bir öğrenci, Osmanlı-Akkoyunlu eseri olan Sarahatun Camisi'nin önündeki meydanda pusulasına baktığında pusula ibresinin şekildeki gibi dengeye geldiğini görüyor.

Buna göre

a) **Urartulardan kalma Harput Kalesi, Sarahatun Camisi'ne göre hangi yöndedir?**

b) **Pusulaya göre Selçuklu Dönemi'nde yaşadığı düşünülen Arap Baba'nın türbesi hangi yöndedir?**

Çözüm

Dünya'nın manyetik alanı, sadece insanlara değil arılara, göçmen kuşlara ve bazı büyükbaş hayvanlara da yön bulma konusunda kolaylık sağlar. Bu canlı türleri yönlerini bulurken Dünya'nın manyetik alanından yararlanmaktadır.

Bazı canlıların vücudunda manyetik alanları algılayan alıcılar bulunmaktadır. Canlılar, bu alıcılar sayesinde yönlerini bulur. Hangi canlıların yerin manyetik alanını algıladığıyla ilgili bilimsel çalışmalar henüz tamamlanmamıştır. Ancak birçok canlının Dünya'nın manyetik alanından yararlanarak yön bulabildiği düşünülmektedir.

Kızılgergedan kuşu, karetta karetta (kaplumbağa), kral kelebeği, leylek, kar kazı, dikenli ıstakoz, güvercin, arı ve semenderlerin yönlerini Dünya'nın manyetik alanı sayesinde bulduğu kanıtlanmıştır (Görsel 1.28: a, b, c, ç, d, e, f, g, ğ).



a) Kızılgergedan kuşu



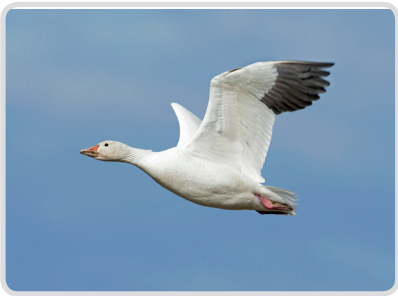
b) Karetta karetta



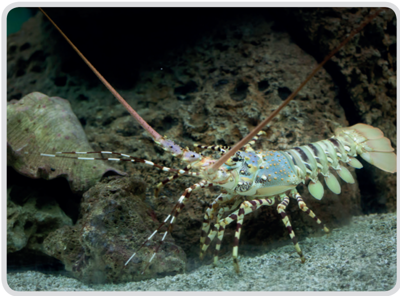
c) Kral kelebeği



ç) Leylek



d) Kar kazı



e) Dikenli ıstakoz



f) Güvercin



g) Arı



ğ) Anadolu semenderi (Kemaliye yağmur böceği)

Görsel 1.28: *Yerin manyetik alanından faydalanarak yön bulan bazı canlılar*

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

elektriksel enerji	direnç	ampermetre
akım şiddeti	mıknatıs	potansiyel farkı
iç direnci	voltmetre	manyetik alan
elektromıknatıs		

1. İletkenin kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına .... denir.

2. Bir iletkenin akımın geçişine karşı gösterdiği zorluğa iletkenin .... denir.

3. Bir iletkenin içerisinden geçen akım şiddeti .... ile ölçülür.

4. Bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki potansiyel farkını ölçmeye yarayan devre elemanına .... denir.

5. Birim zamanda harcanan .... elektriksel güç olarak tanımlanır.

6. Birbirine paralel bağlı dirençlerin uçları arasındaki .... birbirine eşittir.

7. Cep telefonu ve tabletler uzun süre kullanıldığında bataryalarının ısınmasının sebeplerinden biri bataryanın .... olmasıdır.

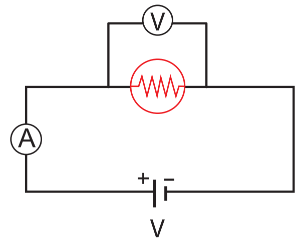
8. Demir, nikel, kobalt gibi maddeler .... tarafından çekilir.

9. Bir iletkenin içerisinden akım geçirildiğinde iletkenin etrafında .... oluşur.

10. Manyetik bir maddenin etrafına sarılı bobin telinden akım geçirilerek .... elde edilir.

B) Aşağıdaki soruların cevaplarını boş bırakılan alana yazınız.

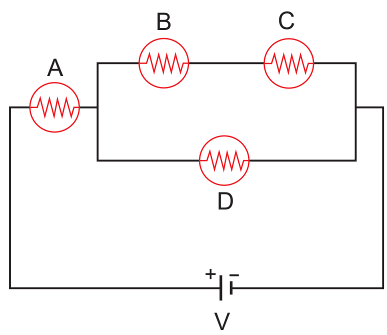
11. Melih, şekildeki devreyi kurarak Semih'e voltmetrenin iki nokta arasındaki potansiyel farkını, ampermetrenin ise akım şiddetini ölçtüğünü söylüyor.



Semih, voltmetrede okunan değeri ampermetrede okunan değere böldüğünde Semih'in bulduğu değer hangi fiziksel büyüklüktür?

Cevap: ....

12. Özdeş A, B, C ve D lambalarıyla şekildeki elektrik devresi oluşturulmuştur.



Buna göre hangi lambanın gücü en büyüktür?

Cevap: ....

13. **Bir iletkenin direncini hesaplamak isteyen Aylin, iletkenin öz direnci ve kesit alanı ile birlikte hangi fiziksel özelliğini kullanmalıdır?**

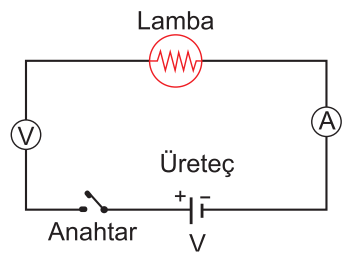
Cevap: ....

14. Bir izci grubu daha önceden belirlenen bir noktaya doğru ilerlerken grup lideri belli aralıklarla çantasından çıkardığı cihaza bakıp hangi yöne gidileceğini söylemektedir. Gruptakilerden biri bu cihazın ne işe yaradığını sorar. Grup lideri kullandığı cihazın ibresinin bir mıknatıs olduğunu ve bu ibrenin yerin manyetik alanından etkilenmesi nedeniyle yön bulmaya yaradığını söyler.

Grup liderinin kullandığı bu cihazın adı nedir?

Cevap: ....

15. Aşağıdaki elektrik devresinde anahtar kapatıldığında lambanın ışık vermediği görülüyor.

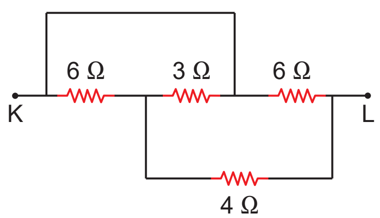


Buna göre hangi devre elemanı yanlış bağlanmıştır?

Cevap: ....

C) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

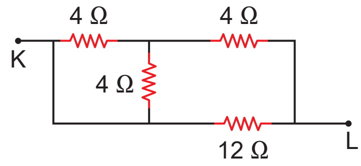
16.



Dirençlerinin büyüklüğü şekildeki gibi olan devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω'dur?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

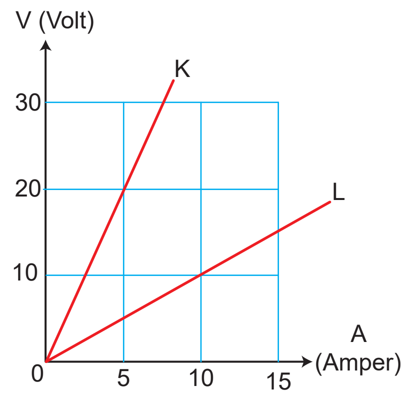
17.



Dirençlerinin büyüklüğü şekildeki gibi olan devre parçasında K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω'dur?

A) 2 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7

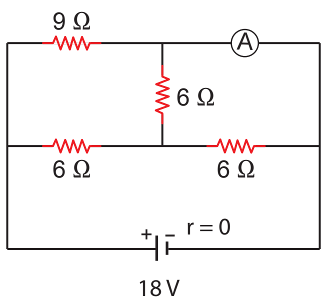
18. K ile L iletkenlerinin uçlarına uygulanmış potansiyel farkının akıma bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.



K ve L iletkenleri birbirine paralel olarak 12 V'luk bir üretece bağlanırsa üreteçten çekilen akım kaç A olur?

A) 8 B) 10 C) 12 D) 14 E) 15

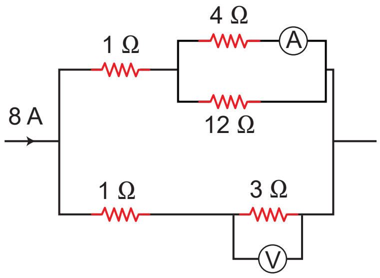
19. Şekildeki elektrik devresinde üretecin iç direnci önemsizdir.



Buna göre ampermetrede okunan değer kaç A olur?

A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7

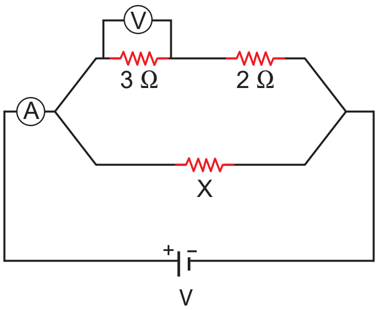
20. Şekildeki devre parçasında ana koldan 8 A'lik akım geçmektedir.



Buna göre voltmetre ve ampermetrede okunan değerleri bulunuz?

	Voltmetre	Ampermetre
A)	10	3
B)	12	3
C)	8	5
D)	8	4
E)	12	4

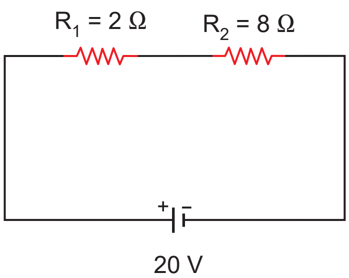
21. Elektrik devresindeki ampermetre ve voltmetrede okunan değerler sırasıyla 6 A ve 3 V'tur.



Buna göre X direnci kaç Ω'dur?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

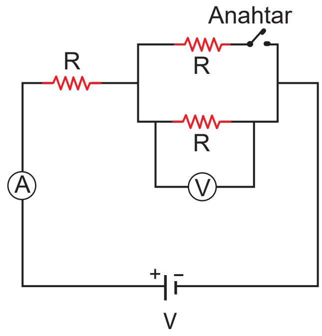
22. 2 Ω ve 8 Ω'luk iki direnç ile iç direnci önemsiz 20 V'luk bir üreteç şekildeki gibi bağlanmaktadır.



Buna göre R_2 direncinin gücü kaç W'tır?

A) 16 B) 24 C) 32 D) 36 E) 48

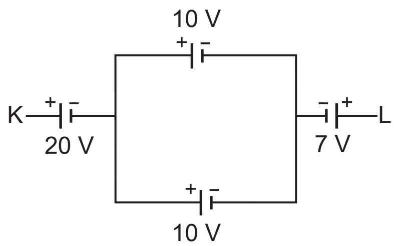
23. Devredeki üretecin iç direnci önemsizdir.



Buna göre anahtar kapatılırsa voltmetre ve ampermetrede okunan değerler nasıl değişir?

	Voltmetre	Ampermetre
A)	Değişmez.	Değişmez.
B)	Değişmez.	Azalır.
C)	Artar.	Artar.
D)	Artar.	Azalır.
E)	Azalır.	Artar.

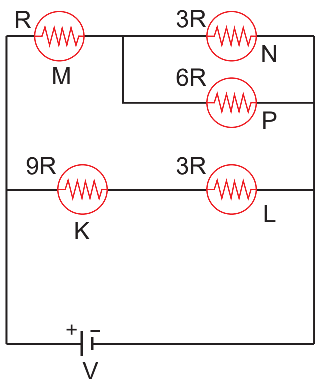
24.



Devre parçasında K-L noktaları arasındaki toplam potansiyel farkı kaç V'tur?

A) 3 B) 23 C) 33 D) 37 E) 47

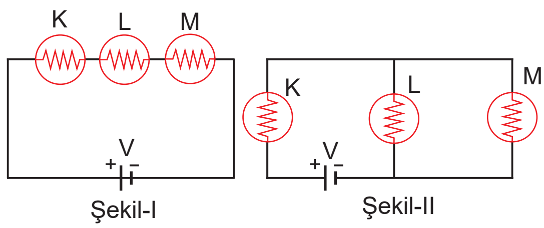
25. Şekildeki elektrik devresi dirençlerinin büyüklüğü R cinsinden verilen K, L, M, N ve P lambalarıyla oluşturulmuştur.



Buna göre parlaklığı en fazla olan lamba hangisidir?

A) K B) L C) M D) N E) P

26. Özdeş lamba ve iç direnci önemsiz üreteç ile oluşturulan Şekil-I'deki devrede lambalar ışık vermektedir.



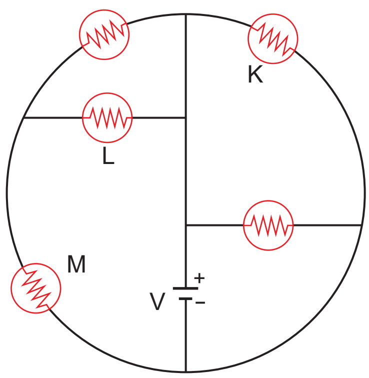
Devre Şekil-II'deki gibi düzenlenirse K, L ve M lambalarının parlaklıkları için ne söylenebilir?

	K	L	M
A)	Artar.	Artar.	Artar.
B)	Değişmez.	Artar.	Azalır.
C)	Artar.	Değişmez.	Değişmez.
D)	Değişmez.	Azalır.	Değişmez.
E)	Azalır.	Azalır.	Artar.

27. **Aşağıdaki düzeneklerin hangisinde elektromıknatıs kullanılmaz?**

A) Kapı zili
B) Kapı otomatiği
C) Hoparlör
D) Su ısıtıcıları
E) Hızlı tren (Maglev)

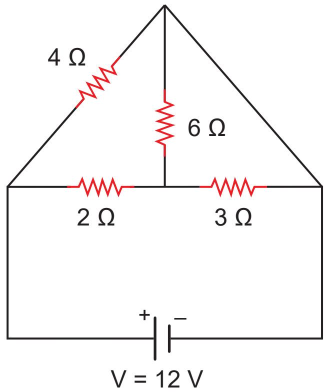
28. Özdeş lambalar ile kurulan bir elektrik devresi verilmiştir.



Buna göre K, L ve M lambalarının parlaklıkları arasındaki ilişki nedir?

A) K = L = M B) K > L = M C) L > M > K
D) M > L > K E) K > M > L

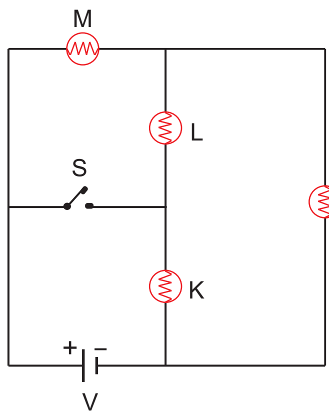
29. İç direnci önemsiz 12 V'luk üreteç ve dirençler ile devre kurulmuştur.



Buna göre 3 Ω'luk direncin gücü kaç W'tır?

A) 8 B) 12 C) 16 D) 20 E) 24

30. Özdeş lambalarla oluşturulan elektrik devresinde üretecin iç direnci önemsizdir.



S anahtarı kapatılırsa

I. K lambasının parlaklığı artar.

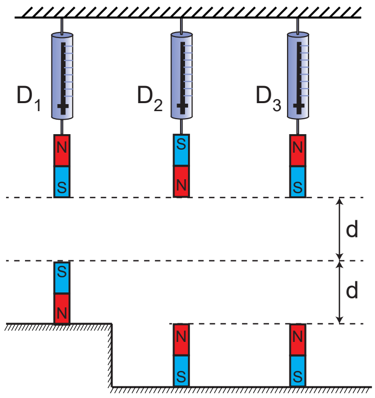
II. M lambasının parlaklığı artar.

III. L ve M lambalarının parlaklığı eşit olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III
D) I ve III E) I, II ve III

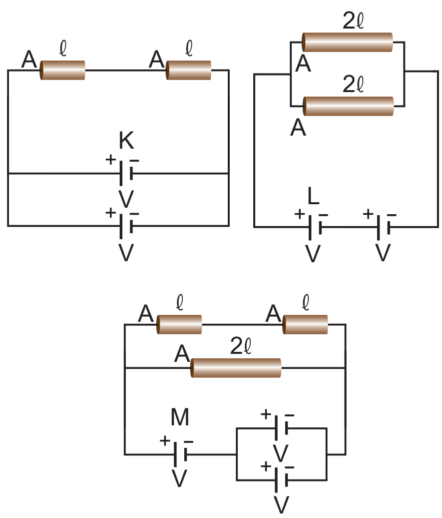
31. Özdeş mıknatıs ve dinamometreler kullanılarak oluşturulan sistem şekildeki gibi dengededir.



Buna göre dinamometrelerin gösterdiği D_1, D_2 ve D_3 değerleri arasındaki büyüklük ilişkisi hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) $D_1 = D_2 = D_3$
B) $D_3 > D_2 > D_1$
C) $D_1 > D_2 > D_3$
D) $D_3 > D_1 = D_2$
E) $D_2 > D_1 = D_3$

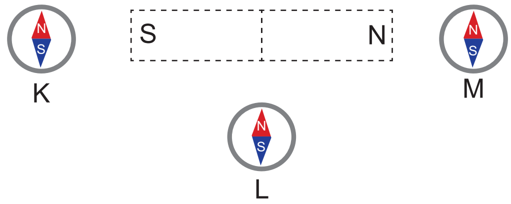
32. Elektrik devreleri şekildeki gibi aynı cins maddeden yapılmış, boyları ve kesit alanları verilen iletken tellerle oluşturulmuştur.



Özdeş pillerin iç dirençleri önemsiz olduğuna göre K, L ve M pillerinin tükenme süreleri t_K, t_L ve t_M arasındaki ilişki nasıldır?

A) $t_K > t_L > t_M$
B) $t_K > t_L = t_M$
C) $t_K = t_L > t_M$
D) $t_L > t_K > t_M$
E) $t_M > t_L > t_K$

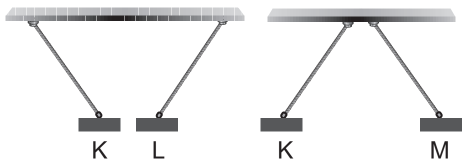
33. Yatay bir zeminde bulunan pusula ibreleri yerin manyetik alanından etkilenerek şekildeki gibi yönelmektedir.



Kesikli çizgilerle belirtilen alana kutupları gösterildiği biçimde bir çubuk mıknatıs yerleştirildiğinde K, L ve M pusulalarından hangileri saat ibresi yönünde döner?

A) Yalnız K
B) Yalnız L
C) K ve M
D) L ve M
E) K, L ve M

34. Elektriksel olarak yüksüz olan K, L ve M cisimlerinden K ve L, Şekil-I'deki gibi birbirini çekerken K ve M, Şekil-II'deki gibi birbirini itiyor.



Buna göre

I. M cismi mıknatıstır.

II. K cismi mıknatıstır.

III. L cismi mıknatıstır.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

35. Aşağıdakilerden hangisi elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken sağlık ve güvenlik önlemlerinden biri değildir?

A) Islak zeminde elektrikli cihazların çalıştırılması

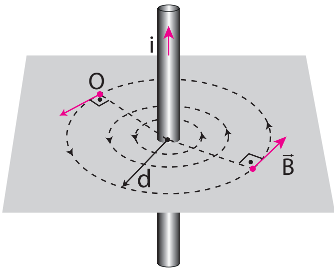
B) Prizlere emniyet kapağı takılması

C) Sigortayı kapalı konuma getirmeden elektrikle ilgili hiçbir iş yapılmaması

D) Elektrikli ev aletlerini kullanırken kullanım kılavuzuna uyulması

E) Prizlere metal ya da benzeri maddeler sokulmaması

36. Bir iletken telden akım geçirildiğinde iletkenin çevresinde manyetik alan oluşur.



Buna göre iletken telin çevresindeki herhangi bir noktada oluşan manyetik alan şiddeti

I. Telin uzunluğuna

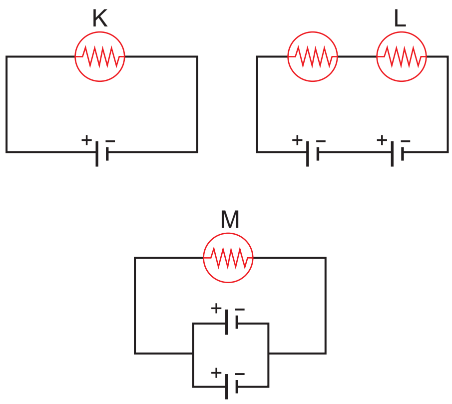
II. Telden geçen akım şiddetine

III. Manyetik alanı hesaplanan noktanın iletken tele olan dik uzaklığına

ifadelerinden hangilerine bağlıdır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

37. Özdeş lambalar ve iç direnci önemsiz özdeş piller ile oluşturulan devrelerde K, L ve M lambalarının ışık verme süreleri t_K, t_L ve t_M dir.



Buna göre t_K, t_L ve t_M arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

A) $t_K > t_L > t_M$ B) $t_K > t_L = t_M$
C) $t_K = t_L > t_M$ D) $t_L > t_K > t_M$
E) $t_M > t_K = t_L$

D) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

38. Bir pilin ömrü, üzerinden geçen akım şiddetinin büyüklüğüyle ters orantılıdır.

4 Ω'luk iki özdeş direnç ve iç direnci önemsiz 2 V'luk 4 adet pil ile oluşturulacak bir elektrik devresinde pillerin tükenme süresinin en fazla olması isteniyor.

Yukarıdaki bilgiyi de dikkate alarak oluşturulması gereken elektrik devresini çiziniz.

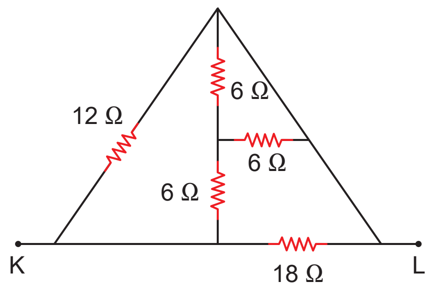
Çözüm

39. Bir iletkenin kesitinden 5 saniyede geçen yük miktarı 20 C'dur.

İletkenden geçen akım şiddeti kaç A'dir?

Çözüm

40.

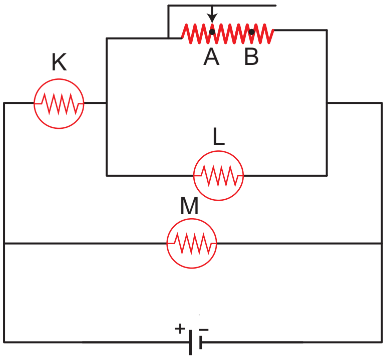


Şekildeki devre parçasında K ve L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ω'dur?

Çözüm

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

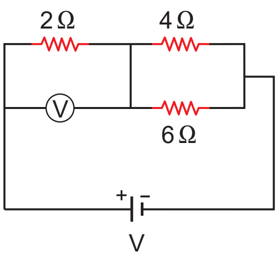
41. Özdeş lambalarla şekildeki gibi oluşturulan elektrik devresinde lambalar ışık vermektedir.



Reostanın sürgüsü A noktasından B noktasına getirilirse K, L ve M lambalarının parlaklığı nasıl değişir?

Çözüm

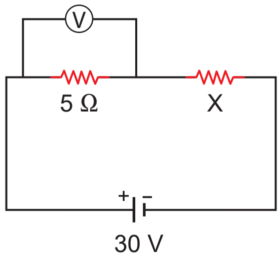
42. Elektrik devresinde voltmetrenin gösterdiği değer 10 V'tur.



Buna göre iç direnci önemsiz üretecin potansiyel farkı kaç V'tur?

Çözüm

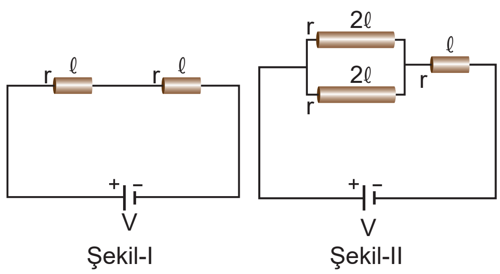
43. İç direnci önemsiz üreteçle kurulan elektrik devresinde voltmetrede okunan değer 10 V'tur.



Buna göre X direncinin gücü kaç W'tır?

Çözüm

44. Boyu ve kesit yarıçapları verilen Şekil-I ve II'de kullanılan iletkenler aynı maddeden yapılmıştır. Şekil-I'deki iç direnci önemsiz üreteçten çekilen akım I_1, Şekil-II'deki üreteçten çekilen akım ise I_2 dir.



Buna göre $\frac{I_1}{I_2}$ oranı kaçtır?

Çözüm

2. ÜNİTE

BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ

1





2

Bu ünitede basınç ve basınç kuvveti kavramlarının katı, durgun sıvı ve gazlarda bağlı olduğu değişkenler açıklanacaktır.

Basınç kavramından yola çıkılarak gemilerin yüzmesi, uçak ve balonların hareketi, piezoelektrik olayı, su cenderesi, barometre, altimetre, manometre, batimetre, elektronik tartı gibi günlük hayatta sıklıkla karşılaşılan olay, araç ve durumlar açıklanacak, bunlarla ilgili problemler ortaya konulacak, bu problemlerle ilgili çözüm önerilerinde bulunulması sağlanacaktır. Ayrıca akışkan basıncının sağlayabileceği kolaylıklar ile olumsuz etkilerine karşı alınması gereken sağlık ve güvenlik tedbirleri üzerinde durulacaktır.

1. BÖLÜM: BASINÇ

2. BÖLÜM: KALDIRMA KUVVETİ

1. BÖLÜM

BASINÇ

Konular

Anahtar Kavramlar

- Katı basıncı
- Akışkan basıncı
- Basınç kuvveti
- Pascal Prensibi
- Bernoulli İlkesi



- **Meyve keserken neden bıçağın keskin tarafı kullanılır?**
- **Hidrolik araç asansörü (lift) sistemlerinde basıncın etkisi var mıdır?**

Bu bölümde basınç ve basınç kuvveti kavramları açıklanıp katı ve akışkanların basıncının bağlı olduğu değişkenler analiz edilecektir. Basıncın etkisiyle çalışan ölçüm aletlerine değinilecek, akışkanlarda akış sürati ile akışkan basıncı arasındaki ilişki açıklanacaktır.

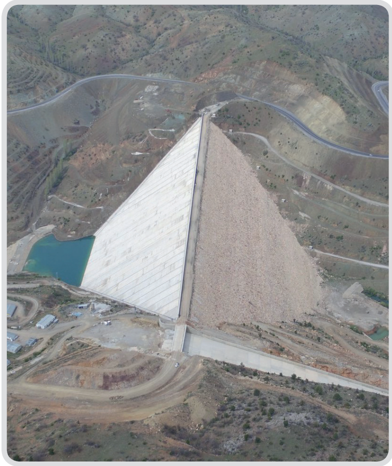
2.1.1. Basınç ve Basınç Kuvveti Kavramlarının Katı, Durgun Sıvı ve Gazlarda Bağlı Olduğu Değişkenler

Bisiklet ve otomobil gibi bazı taşıtların tekerleklerine hava basıldıkça tekerleklerin şişmesi nasıl açıklanır?

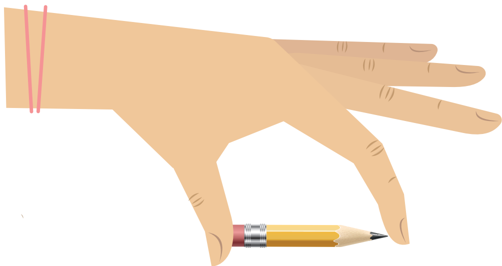
Karda yürürken ayakkabıların altına geniş yüzeyli altlıklar neden takılır?

Baraj gövdesinde, aşağı doğru inildikçe baraj duvarları (Görsel 2.1) neden kalınlaşır?

Su altında uzun süre kalan dalgıçlar (Görsel 2.2) su yüzeyine hızla çıktıklarında “vurgun yeme” denilen bir rahatsızlık neden geçirirler?



Görsel 2.1: *Konya Bozkır Barajı gövdesi*



Şekil 2.1: *İki parmak arasında sıkıştırılan kurşun kalem*



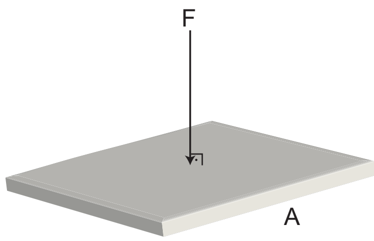
Görsel 2.2: *Su yüzeyine hızla çıkan dalgıçlar*

Başparmak ile işaret parmağı arasına alınan kurşun kalem hafifçe sıkıştırıldığında (Şekil 2.1) Newton’ın etki-tepki yasası gereği iki parmağa da eşit büyüklükte kuvvet etki eder. Ancak işaret parmağında kalemin ucunun oluşturduğu acı, başparmakta oluşan acıdan daha fazladır. Bu olayın sebebi basınçtır.

Birim yüzeye dik olarak etki eden kuvvetin büyüklüğüne **basınç**, yüzeyin tamamına etki eden dik kuvvete ise **basınç kuvveti** denir. F büyüklüğünde bir kuvvet, yüzey alanı A olan bir yüzeye etki ederse (Şekil 2.2) yüzeyde oluşan basınç

$$\text{Basınç} = \frac{\text{Basınç kuvveti}}{\text{Yüzey alanı}} \qquad P = \frac{F}{A}$$

bağıntısıyla ifade edilir.



Şekil 2.2: *Yüzeye etki eden basınç kuvveti*

SI’da basınç kuvvetinin birimi N ve yüzey alanın birimi m^2 dir. Basıncın birimi ise Pascal (Pa) olup 1 Pa = N/m^2 dir. Kuvvet vektörel bir büyüklük olmasına rağmen basınç skaler bir büyüklüktür.

Katıların Basıncı

Kayak takımları neden uzun ve geniştir? Kayak takımları daha kısa olsaydı yine rahatlıkla kayılabilir miydi? Buna göre katı basıncı ile yüzey alanı arasındaki ilişki için katı basıncı yüzey alanı ile ters orantılıdır, denilebilir mi?

Kuvvet sabit kalmak şartıyla yüzey alanı büyürse basınç azalır, küçülürse basınç artar. Yüzey alanı ile basınç ters orantılı olduğundan kayak takımları aynı genişlikte daha uzun yapılarak yüzey alanının büyütülmesi sağlanır. Bu sayede kayakçının (Görsel 2.3) ağırlığı geniş bir yüzeye yayılır. Bu yayılma nedeniyle basınç küçülür ve kayakçı batmadan rahatça kayar.



Görsel 2.3: *Kayakçı*



Görsel 2.4: *Kar ayakkabısı*

Karda yürürken giyilen kar ayakkabıları için de aynı durum geçerlidir (Görsel 2.4). Kar ayakkabısının taban alanı geniş olduğundan yüzeye yapılan basınç azalır ve karda yürüyen kişi batmaz.

Yukarıdaki örneklerde basıncın küçültülmesi amaçlanırken balta (Görsel 2.5), bıçak gibi kesici aletlerde basıncın büyütülmesi amaçlanır. Bu nedenle kesici yüzeyler bilenerek inceltilir ve yüzey alanı küçültülür. Böylelikle aynı kuvvetin etkisi altında oluşan basınç artar ve kesme olayı kolaylaşır.



Görsel 2.5: *Balta*



Görsel 2.6: *Çivi*

Tahtaya saplanmak istenen bir çivinin (Görsel 2.6) sivri uçlu üretilmesinin nedeni kuvvet uygulandığında basıncın artırılarak tahta içerisinde daha kolay ilerlemesidir.

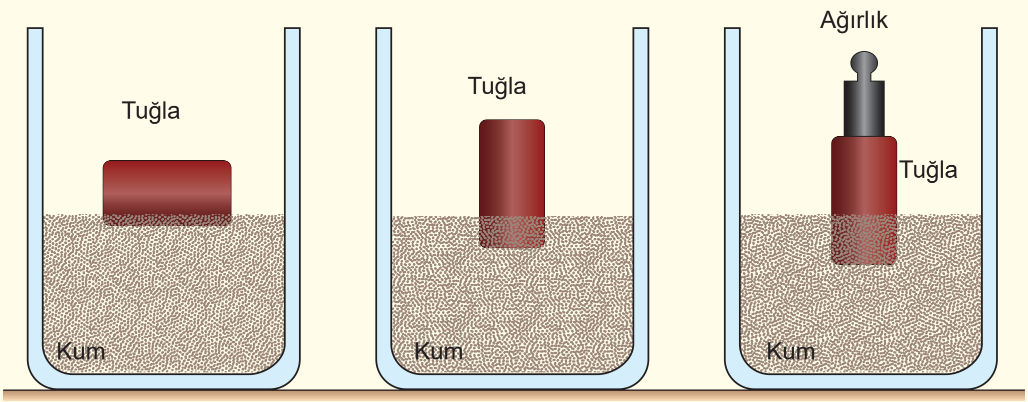
Katıların yüzeye yaptığı basıncı etkileyen değişkenlerin incelenmesi için “Katı cisimlerin yüzeye uyguladığı basınç” deneyini yapınız.

DENEY

2.1. DENEY

Deneyin Adı	Katı cisimlerin yüzeye uyguladığı basınç
Deneyin Amacı	Katı cisimlerin yüzeye uyguladığı basıncı etkileyen değişkenlerin belirlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Beherglas (2 litrelik) • Tuğla • Ağırlık (5 kilogram) • Beherglasın yarısını dolduracak kadar ince kum

Deneyin Yapılışı



1. Adım: Kumu beherglasa boşaltınız.

2. Adım: Beherglastaki kumun yüzeyini düzelttikten sonra tuğlayı, geniş yüzeyi kum üzerinde olacak şekilde beherglasa yerleştiriniz.

3. Adım: Tuğlanın kuma batma miktarını gözlemleyiniz.

4. Adım: Tuğlayı kaldırıp kumu düzeltiniz ve tuğlanın dar yüzeyi kumun üzerine gelecek şekilde tuğlayı beherglasa yerleştiriniz.

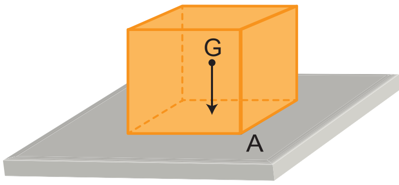
5. Adım: Tuğlanın kuma batma miktarını gözlemleyiniz.

6. Adım: Tuğla, kum üzerindeyken 5 kg'lık ağırlığı tuğla üzerine bırakınız.

7. Adım: Tuğlanın batma miktarını tekrar gözlemleyiniz.

Sonuç ve Değerlendirme

Tuğlanın farklı yüzeyleri kumun üzerindeyken ve tuğla üzerine ağırlık konulduğunda kuma batma miktarında bir değişiklik gözlemlediniz mi? Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.



Şekil 2.3: *Katı basıncı*

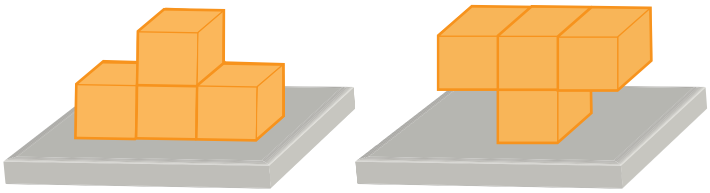
Cisimler, üzerinde bulunduğu yüzeye (tabana) ağırlıklarından dolayı basınç uygular. Bu nedenle yatay düzlemde bulunan katılarda basınç kuvveti, katının ağırlığına eşittir. Şekil 2.3'te üzerinde bulunduğu yüzeye temas alanı A, ağırlığı G olan katı cismin yüzeye yaptığı basınç

$P = \frac{G}{A}$ bağıntısıyla bulunur.

Bağıntıdan da anlaşıldığı üzere katıların basıncı ağırlıkları ile doğru, taban alanının büyüklüğüyle ters orantılıdır.

Örnek

Özdeş küplerin birleştirilmesi ile oluşturulmuş Şekil-I'deki cismin, üzerinde bulunduğu yüzeye uyguladığı basınç P_1 dir.



Şekil-I Şekil-II

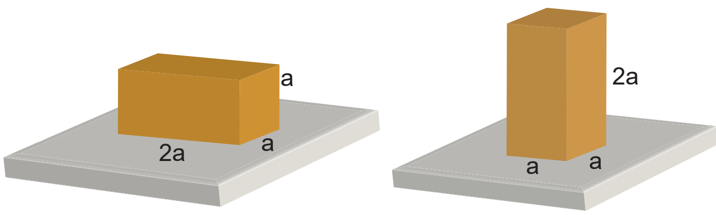
Cisim Şekil-II'deki duruma getirildiğinde yüzeye yaptığı basınç P_2 olduğuna göre $\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?

Çözüm

Yatay bir yüzey üzerindeki katının basınç kuvveti, cismin ağırlığına eşit olduğundan her iki şekil için de basınç kuvveti aynıdır. Bu durumda cismin yüzeye yaptığı basınç temas yüzeyinin büyüklüğüne bağlıdır. Küplerin bir yüzeyinin alanı A kabul edilirse Şekil-I'de taban alanı 3A, Şekil-II'de ise A olur. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{G}{3A}}{\frac{G}{A}} = \frac{\cancel{G}}{3\cancel{A}} \cdot \frac{\cancel{A}}{\cancel{G}} = \frac{1}{3}$ bulunur.

Örnek

Boyutları a cinsinden verilen Şekil-I'deki tuğlanın bulunduğu yüzeye uyguladığı basınç kuvvetinin büyüklüğü F_1, basıncı P_1 dir.



Şekil-I Şekil-II

Tuğla Şekil-II'deki konuma getirildiğinde basınç kuvvetinin büyüklüğü F_2, zemine yaptığı basınç P_2 olduğuna göre

a) $\frac{F_1}{F_2}$ **oranı kaçtır?**

b) $\frac{P_1}{P_2}$ **oranı kaçtır?**

Çözüm

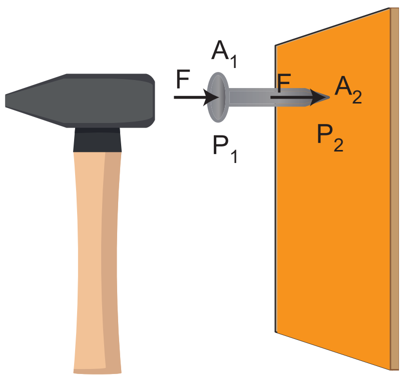
a) Yatay bir yüzey üzerindeki katıların basınç kuvveti ağırlığına eşit olduğu için F_1 ve F_2 cismin ağırlığına eşittir. Bu durumda $\frac{F_1}{F_2} = 1$ bulunur.

b) Birinci tuğlanın taban alanı $A_1 = 2a \cdot a = 2a^2$

İkinci tuğlanın taban alanı $A_2 = a \cdot a = a^2$

$$P_1 = \frac{G}{A_1} = \frac{G}{2a^2}, \quad P_2 = \frac{G}{A_2} = \frac{G}{a^2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\cancel{G}}{2\cancel{a^2}} \cdot \frac{\cancel{a^2}}{\cancel{G}} = \frac{1}{2} \text{ bulunur.}$$



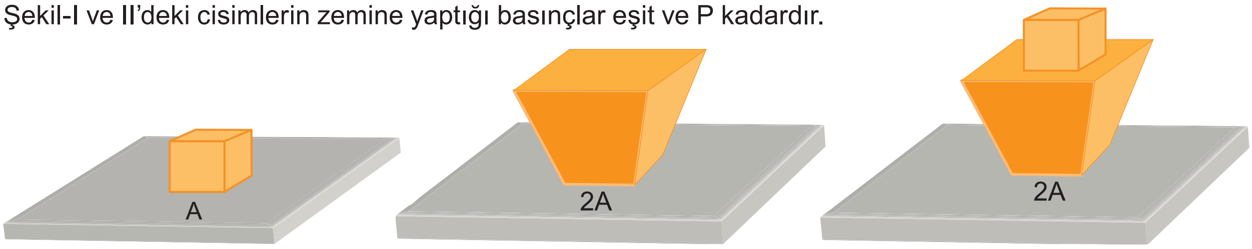
Şekil 2.4: *Katıların kuvveti iletmesi*

Katılar, üzerine etki eden kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü değiştirmeden kuvveti iletir. Çivinin arkasına çekiçle vurulduğunda uygulanan F büyüklüğündeki kuvvet, çivinin sivri ucuna iletilir (Şekil 2.4). Ancak kuvvet uygulanan yüzeydeki basınç ile sivri ucundaki basınç aynı değildir.

Çivinin kuvvet uygulanan yüzey alanı A_1, sivri ucunun yüzey alanı A_2 ise $A_1 > A_2$ olduğundan A_1 yüzeyinde oluşan basınç (P_1), A_2 yüzeyinde oluşan basınçtan (P_2) küçük olur. Sivri uçta basıncın büyük olması çivinin tahta içerisinde ilerlemesini kolaylaştırır.

Örnek

Şekil-I ve II'deki cisimlerin zemine yaptığı basınçlar eşit ve P kadardır.



Buna göre iki cisim Şekil-III'teki gibi üst üste konulursa zeminde oluşan basınç kaç P olur?

Çözüm

Şekil-I ve II'deki cisimlerin yaptığı basınçların eşit olabilmesi için ağırlıklarının taban alanları ile doğru orantılı olması gerekir. Bu durumda Şekil-I'deki cismin ağırlığı G kabul edilirse Şekil-II'deki cismin ağırlığı 2G olur. Bu durumda $P = \frac{G}{A}$ bulunur.

Şekil-III'te cisimler üst üste konulduğunda katılar kuvveti aynen ilettikleri için zemine etki eden basınç kuvveti F = 2G + G = 3G olur.

Şekil-III'te yere etki eden basınç P_3 kabul edilirse $P_3 = \frac{3G}{2A}$ olur.

Buna göre $\frac{P_3}{P} = \frac{\frac{3G}{2A}}{\frac{G}{A}} = \frac{3\cancel{G}}{2\cancel{A}} \cdot \frac{\cancel{A}}{\cancel{G}} = \frac{3}{2} \Rightarrow P_3 = \frac{3P}{2}$ bulunur.



Görsel 2.7: *Ağır iş makinesi*

Ağır iş makinesi (Görsel 2.7) ve tank (Görsel 2.8) gibi büyük kütleli olup yumuşak zeminlerde ilerlemesi gereken araçlarda tekerlek yerine palet kullanılır. Paletlerin yüzey alanları büyük olduğundan araçların zemine uyguladığı basınç azalır. Bu durum paletli araçların yumuşak zeminde batmasını engeller ve daha kolay ilerlemesine yardımcı olur.



Görsel 2.8: *Altay tankı*

Develerin (Görsel 2.9) ayak tabanlarının geniş olması, kum üzerinde oluşturdukları basıncı azaltır ve kumda batmadan rahatlıkla yürümelerine yardımcı olur.



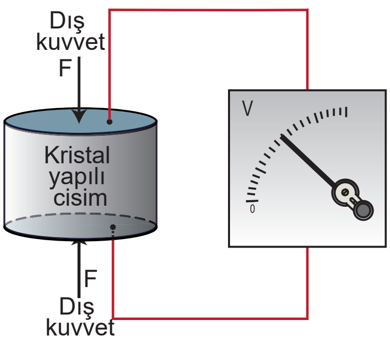
Görsel 2.9: *Kumda yürüyen develer*



Görsel 2.10: *Tır*

İzleyerek Öğreniniz

Piezoelektrik olayı deneyini karekoddan yararlanarak inceleyiniz.



Şekil 2.5: *Piezoelektrik olayı*

Ağır yük taşıyan tırlarda (Görsel 2.10), kamyonlarda ve trenlerde tekerlek sayısının fazla olması bu araçların zemin ile temasını artırır. Bu durum zemine uygulanan basıncın azalmasını sağlar.

Katı basıncı teknolojide de kullanılmaktadır. Kristal yapıdaki cisimlerin yüzeylerine dışarıdan uygulanan basınç ile orantılı olarak yüzeyler arasında potansiyel farkı oluşturmasına **piezoelektrik olayı** denir.

Bir kristalin yüzeylerine iki taraftan kuvvet uygulandığında oluşan basınç nedeniyle kuvvet uygulanan yüzeyler arasında potansiyel farkı oluşur (Şekil 2.5). Uygulanan kuvvet artırıldığında voltmetrede okunan değerin de arttığı görülür.

Piezoelektrik olayından yararlanılarak elektronik tartı geliştirilmiştir. Tartı üzerine etki eden ağırlığın oluşturduğu basınç nedeniyle potansiyel farkı, elektronik devreleri vasıtasıyla sayıya dökülür ve tartılan cismin kütlesi ekranda okunur (Görsel 2.11).

Denizin altındaki cisimlerin yerlerini tespit etmek için kullanılan sonar cihazlarında ve ses sinyallerini elektrik sinyallerine dönüştüren kristal mikrofonlarda piezoelektrik olayından faydalanılır.

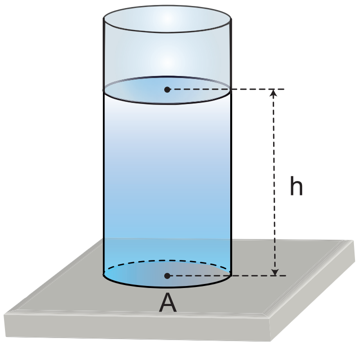


Görsel 2.11: *Elektronik tartı*

Durgun Sıvıların Basıncı

Sıvıların belli bir hacmi vardır ancak şekilleri yoktur. Sıvılar, içine konulduğu kabın doldurulan kısmının şeklini alır. Sıvıların tanecikleri arasında çok az boşluk bulunur. Buna rağmen sıvılar, basınç etkisi ile sıkıştırılamaz kabul edilir.

Sıvılar da katılar gibi bulundukları yüzeye ağırlıklarından dolayı basınç uygular. Katılar, sadece durma yüzeyine basınç uygularken sıvılar, içinde bulunduğu kabın temas ettiği tüm yüzeylerine basınç uygular.



Şekil 2.6: *Sıvı basıncı*

Taban alanı A olan silindirik kabın (Şekil 2.6) içerisinde h yüksekliğindeki sıvının, tabanına uyguladığı basınç kuvveti ağırlığına eşittir. Bu nedenle sıvının kabın tabanına yaptığı basınç $P = \frac{G}{A}$ dır.

Bir maddenin özkütlesi (maddenin birim hacim kütlesi) $d = \frac{m}{V}$ olarak tanımlanır. Bu durumda silindirik kaptaki sıvının kütlesi $m = d \cdot V$, sıvının hacmi ise $V = A \cdot h$ şeklinde ifade edilir.

$P = \frac{G}{A}$ da sırasıyla $G = m \cdot g$ $\quad m = d \cdot V$ $\quad V = A \cdot h$ yerine yazılırsa

$$P = \frac{G}{A} = \frac{m \cdot g}{A} = \frac{\cancel{A} \cdot h \cdot d \cdot g}{\cancel{A}} \Rightarrow P = h \cdot d \cdot g \Rightarrow \boxed{P = h \cdot d \cdot g}$$ bulunur.

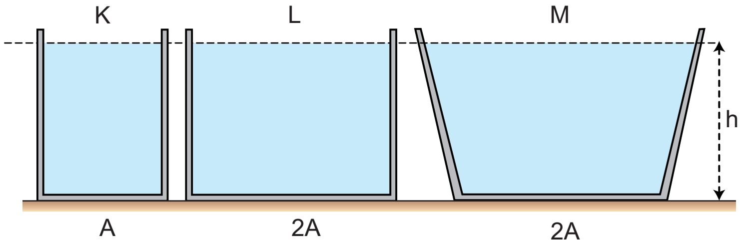
Bağıntıya göre sıvının bir noktada oluşturduğu basınç, sıvının özkütlesine (d), sıvının bulunduğu ortamın yer çekimi ivmesi büyüklüğüne (g) ve basıncı hesaplanacak noktanın sıvının serbest yüzeyine olan dik uzaklığına (h) bağlıdır. Bu uzaklığa **derinlik** denir. Sıvı basıncı bu üç nicelik ile doğru orantılıdır. Sıvı yüzeyinden derinlere inildikçe sıvı basıncı artar. Bu nedenle baraj gövdelerinde aşağı doğru inildikçe duvar kalınlığı artırılarak duvarın su basıncına karşı dayanıklılığı artırılmış olur. SI'da; özkütlenin birimi $\frac{kg}{m^3}$, yer çekimi ivmesinin birimi $\frac{m}{s^2}$ ve derinliğin birimi m alınırsa basıncın birimi **Pascal (Pa)** olur.

Simülasyon

Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri karekoddan yararlanarak inceleyiniz.

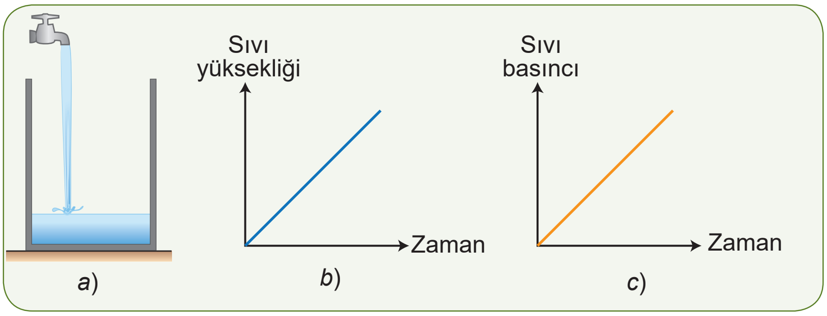
Durgun bir sıvının oluşturduğu basınç, kabın kesitine ve şekline bağlı değildir.

Üç farklı kapta bulunan aynı yükseklikte, sıcaklıkları eşit, aynı cins sıvıların hacimleri ve ağırlıkları farklı olmasına rağmen kabın tabanındaki sıvı basınçları eşittir (Şekil 2.7).



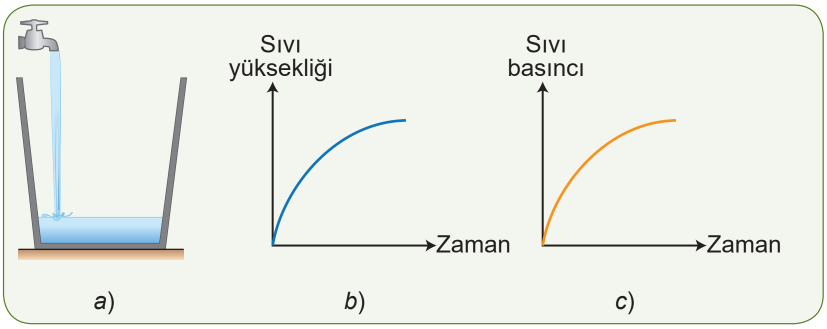
Şekil 2.7: *Şekilleri farklı kaplar*

Düzgün bir kap (Şekil 2.8: a) akış hızı sabit bir musluktan akan türdeş sıvıyla doldurulduğunda sıvı yüksekliği düzgün bir şekilde artar. Bu nedenle sıvı yüksekliğinin zamanla değişim grafiği Şekil 2.8: b'deki gibi olur. Sıvı basıncı, sıvının yüksekliği ile doğru orantılı olduğundan kabın tabanındaki basıncın zamanla değişim grafiği Şekil 2.8: c'deki gibi olur.



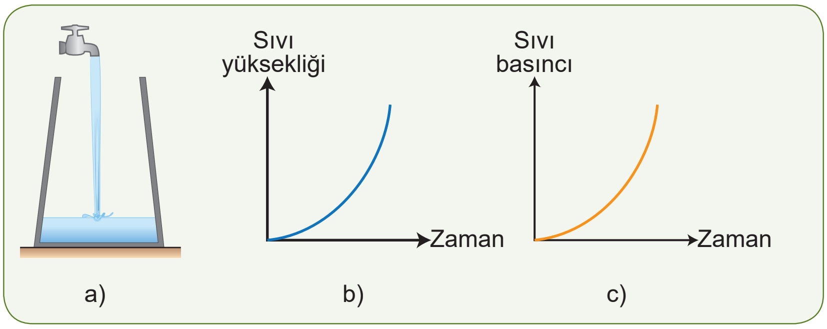
Şekil 2.8: *a) Düzgün kap b) Sıvı yüksekliğinin zamana göre değişim grafiği c) Sıvı basıncının zamana göre değişim grafiği*

Tabandan yukarıya çıkıldıkça genişleyen bir kap (Şekil 2.9: a) akış hızı sabit bir musluktan akan türdeş sıvıyla doldurulduğunda sıvı yüksekliğinin birim zamandaki artış miktarı azalır. Bu nedenle sıvı yüksekliğinin zamanla değişim grafiği Şekil 2.9: b'deki gibidir. Kabın tabanında oluşan sıvı basıncının zamanla değişim grafiği ise Şekil 2.9: c'deki gibi olur.



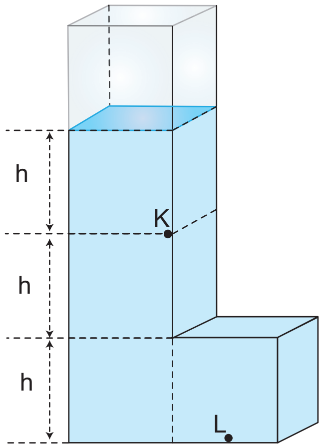
Şekil 2.9: *a) Genişleyen kap b) Sıvı yüksekliğinin zamana göre değişim grafiği c) Sıvı basıncının zamana göre değişim grafiği*

Tabandan yukarı çıkıldıkça daralan bir kap (Şekil 2.10: a) akış hızı sabit bir musluktan akan türdeş sıvıyla doldurulduğunda sıvı yüksekliğinin birim zamandaki artış miktarı da artar. Bu nedenle sıvı yüksekliğinin zamanla değişim grafiği Şekil 2.10: b'deki gibidir. Kabın tabanında oluşan sıvı basıncının zamanla değişim grafiği ise Şekil 2.10: c'deki gibi olur.



Şekil 2.10: *a) Daralan kap b) Sıvı yüksekliğinin zamana göre değişim grafiği c) Sıvı basıncının zamana göre değişim grafiği*

Örnek



Eşit hacim bölmeli kap d özkütleli sıvı ile doludur. Kaptaki K noktasında oluşan sıvı basıncı P_K, L noktasındaki P_L dir.

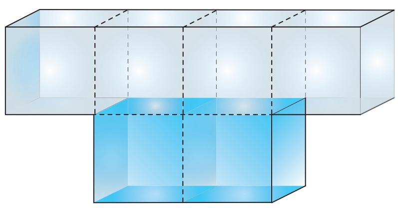
Buna göre $\frac{P_K}{P_L}$ oranı kaçtır?

Çözüm

Bir noktada oluşan sıvı basıncı hesaplanırken o noktanın sıvının serbest yüzeyine olan dik uzaklığı alınır. K noktasının derinliği h olurken L noktasının derinliği 3h'dir.

Buna göre $\frac{P_K}{P_L} = \frac{\not{h} \cdot \not{d} \cdot \not{g}}{3h \cdot \not{d} \cdot \not{g}} = \frac{1}{3}$ bulunur.

Sıra Sizde - 1



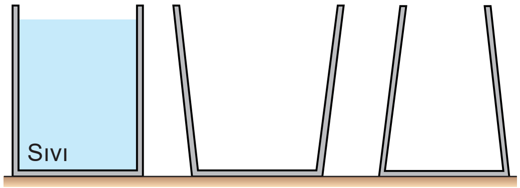
Eşit hacim bölmeli şekildeki kap içerisinde bulunan sıvının tabana yaptığı sıvı basıncı P_1 dir.

Kap ters çevrildiğinde tabandaki sıvı basıncı P_2 olduğuna göre $\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?

Çözüm

Sıra Sizde - 2

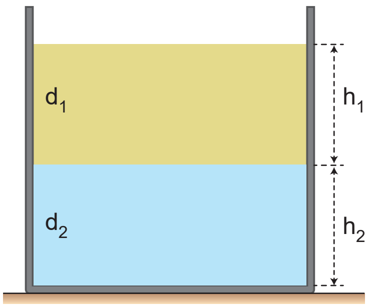
Şekil-I'deki sıvının kap tabanına yaptığı basınç P'dir. Sıvının tamamı Şekil-II'deki kaba döküldüğünde kap tabanındaki sıvı basıncı P_1, Şekil-III'teki kaba döküldüğünde kap tabanındaki sıvı basıncı P_2 olmaktadır.



A Şekil-I A Şekil-II A Şekil-III

Buna göre P, P_1 ve P_2 arasındaki ilişki nedir?

Çözüm



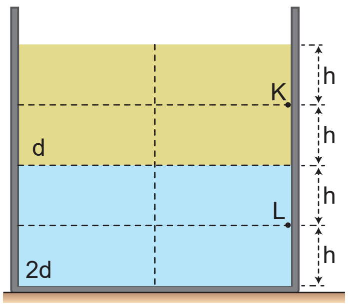
Şekil 2.11: *Kap içerisinde birbiriyle karışmayan sıvılar*

Sıvılar, üzerine etki eden basıncın büyüklüğünü değiştirmeden sıvı içinde her doğrultu ve yönde basıncı iletir. Bu ilke Fransız bilim insanı Blaise Pascal (Bleyz Paskal) (1623-1662) tarafından ortaya konduğu için **Pascal Prensibi** olarak bilinir. Bileşik kap sistemlerinde ve su cenderelerinde Pascal Prensibi kullanılır.

Kaba birbiriyle karışmayan iki sıvı konduğunda (Şekil 2.11) özkütlesi büyük olan sıvı içinde bulunan bir noktadaki sıvı basıncı hesaplanırken Pascal Prensibi kullanılır. Özkütlesi küçük olan sıvının yaptığı basınç, özkütlesi büyük olan sıvı tarafından her doğrultuda ve yönde iletildiğinden kabın tabanındaki sıvı basıncı

$$P = h_1 \cdot d_1 \cdot g + h_2 \cdot d_2 \cdot g \text{ olur.}$$

Örnek



Düzgün bir kaba birbiriyle karışmayan 2d ve d özkütleli sıvılar konduğunda şekildeki gibi dengeye gelmektedir.

Buna göre K noktasındaki sıvı basıncı P_K, L noktasındaki sıvı basıncı P_L ise $\frac{P_K}{P_L}$ oranı kaçtır?

Çözüm

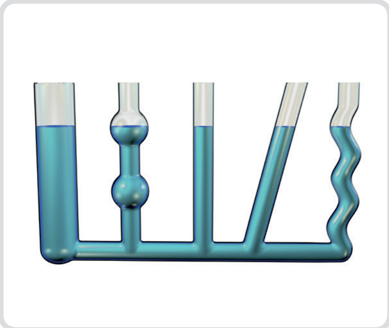
K noktasına etki eden sıvı basıncı $P_K = h \cdot d \cdot g$ olur.

L noktasına etki eden sıvı basıncı bulunurken d özkütleli sıvının 2d özkütleli sıvıya uyguladığı basıncı 2d özkütleli sıvı her yöne aynen ilettiğinden

$$P_L = 2h \cdot d \cdot g + h \cdot 2d \cdot g = 4h \cdot d \cdot g \text{ olur.}$$

Bu durumda $\frac{P_K}{P_L} = \frac{1}{4}$ bulunur.

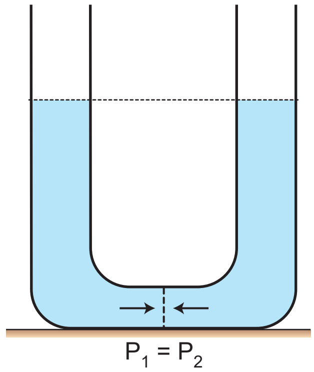
Sıvılar, basınç farkından dolayı hareket eder. Şekil 2.12'deki bileşik kabın tabandaki sıvı basınçları eşit olduğundan boruda herhangi bir sıvı hareketi oluşmaz.



Görsel 2.12: *Bileşik kaplar sistemi*



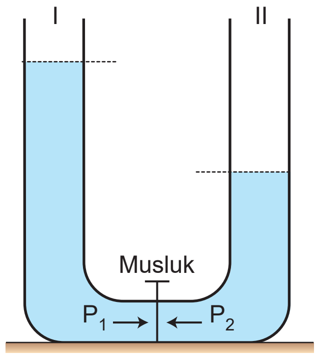
Görsel 2.13: *Cam demlik*



Şekil 2.12: *Tabandaki sıvı basınçları eşit bileşik kap*

Bileşik kaplar sisteminin kollarının şekli ve kesit alanı ne olursa olsun bütün kollardaki sıvı yükseklikleri birbirine eşittir (Görsel 2.12). Bunun basit bir örneği cam demlikte görülebilir (Görsel 2.13). Demliğin gövde kısmındaki çay ile boru kısmındaki çayın üst sınırları birbiriyle aynı seviyededir.

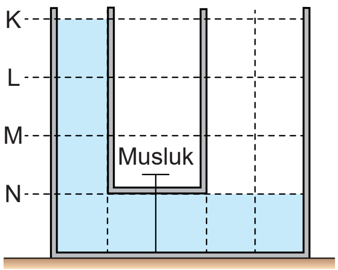
Kollarında aynı cins sıvı bulunan Şekil 2.13'teki bileşik kapta I. koldaki sıvı yüksekliği daha fazla olduğu için tabandaki sıvı basıncı (P_1), II. kolun tabanındaki sıvı basıncından (P_2) büyüktür. Bu nedenle musluk açıldığında I. koldan II. kola sıvı geçer. Bu akış iki kolun tabanındaki sıvı basıncı eşitleninceye kadar devam eder. Sıvı akışı durduğunda kollardaki sıvı seviyeleri eşitlenmiş olur. Görüldüğü gibi **sıvılar daima basıncın büyük olduğu yerden küçük olduğu yere doğru hareket eder**.



Şekil 2.13: *Sıvı seviyeleri farklı bileşik kap*

Örnek

Düşey kesiti verilen eşit hacim bölmeli bileşik kabın kollarında aynı cins sıvı vardır.

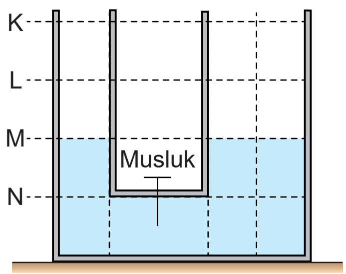


Musluk açılıp sıvı akışı durduğunda sıvının üst yüzeyi hangi seviyede dengeye gelir?

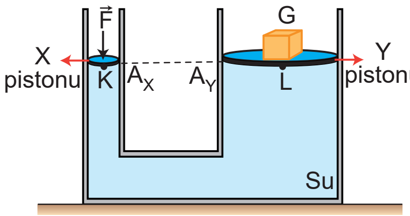
Çözüm

Sol koldaki sıvının tabanda oluşturduğu basınç, sağ taraftakinden büyük olduğundan musluk açıldığında sol koldan sağ kola sıvı akışı olur.

Her iki koldaki sıvı seviyesi şekildeki gibi M seviyesine geldiğinde kolların tabanlarındaki sıvı basınçları eşitlendiği için sıvı akışı durur.



Su Cenderesi



Şekil 2.14: *Su cenderesi*

Birleştirilmiş borular, sıvı ve hareketli pistonlarla oluşturulan düzeneğe **su cenderesi** denir. Su cenderelerinde yüzey alanı küçük olan pistona kuvvet uygulandığında sıvı yüzeyinde oluşan basınç, Pascal Prensibi'ne göre sıvının temas ettiği bütün yüzeylere dolayısıyla büyük pistona kadar aynen iletilir. Böylece yüzey alanı büyük olan pistonda daha büyük bir basınç kuvveti elde edilir. Su cenderelerinde küçük bir kuvvet uygulanarak büyük kütleli cisimler kaldırılabilir.

Dengeye gelmiş Şekil 2.14'teki su cenderesinde $\vec{F}$ kuvvetiyle X pistonunun ağırlığından dolayı oluşan K noktasındaki toplam basınç, G ağırlıklı cisim ve Y pistonunun ağırlığından dolayı oluşan L noktasındaki toplam basınca eşittir. $P_K = P_L$ olur.

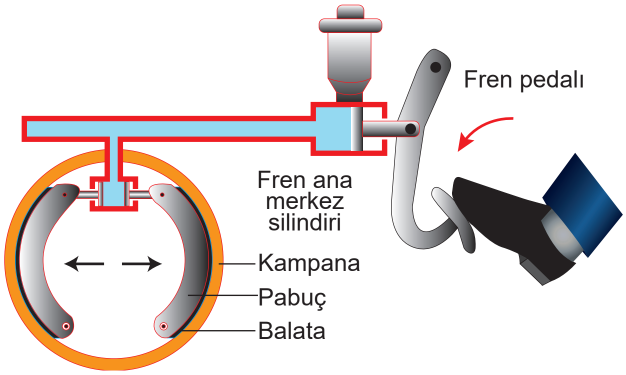


Görsel 2.14: *Araç kaldırma sistemi*

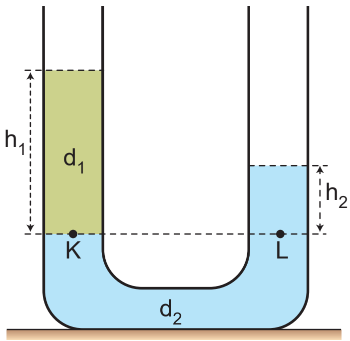
Araç bakım istasyonlarında kullanılan araç kaldırma sistemleri (Görsel 2.14) ve araçlarda kullanılan hidrolik fren sistemlerinin (Şekil 2.15) çalışma prensipleri su cendereleri ile aynıdır. Fren pedalına uygulanan kuvvetin oluşturduğu basınç, sistemdeki sıvı tarafından balatalara iletilir. Bunun sonucunda frenleme gerçekleşir. Hidrolik sistemle çalışan damperlerin (Görsel 2.15) çalışma prensibi Pascal Prensibi'ne dayanır.



Görsel 2.15: *Damperli kamyon*



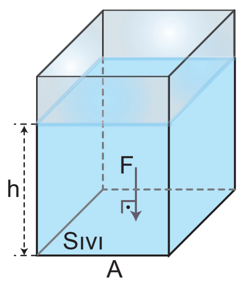
Şekil 2.15: *Hidrolik fren sistemi*



Şekil 2.16: *U borusundaki birbiriyle karışmayan sıvılar*

Birbirine karışmayan özkütleleri farklı iki sıvının bulunduğu U borusunda sıvılar dengeye geldiğinde kollardaki sıvı seviyeleri birbirinden farklı olur (Şekil 2.16). Ancak sıvıların K ve L noktalarında oluşturduğu basınçlar eşittir.

Durgun Sıvıların Basınç Kuvveti



Şekil 2.17: *Kabın tabanına etki eden sıvı basınç kuvveti*

Katılarda basınç kuvveti yüzey alanına bağlı değildir. Sıvılarda ise yükseklik ve özkütle sabit kalmak şartıyla yüzey alanı büyüklüğünün değişmesi basınç kuvvetini değiştirir.

Basınç için yazılan $P = \frac{F}{A}$ bağıntısı düzenlenirse basınç kuvveti

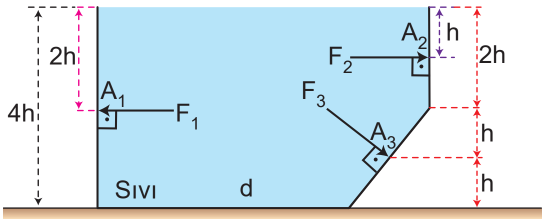
$F = P \cdot A$ olur.

Taban alanı A olan Şekil 2.17'deki düzgün kapta özkütlesi d, yüksekliği h olan sıvının kap tabanında oluşturduğu basınç $P = h \cdot d \cdot g$'dir.

Bu ifade $F = P \cdot A$ denkleminde yerine yazılırsa kabın tabanındaki sıvı basınç kuvvetini veren ifade

$$F = P \cdot A = h \cdot d \cdot g \cdot A$$ olur.

Sıvı basınç kuvveti uygulandığı yüzeye daima diktir. Yan yüzeye uygulanan basınç kuvveti hesaplanırken yan yüzeye yapılan ortalama basınç değeri alınır. Bu da yan yüzeyin orta noktasının derinliğine karşılık gelir.



Şekil 2.18: *Yan yüzeylere etki eden sıvı basınç kuvveti*

Özkütlesi d olan sıvı dolu Şekil 2.18'deki kabın A_1, A_2 ve A_3 yüzeylerine etki eden sıvı basınç kuvvetleri

A_1 yüzeyine etki eden sıvı basınç kuvveti $F_1 = 2h \cdot d \cdot g \cdot A_1$

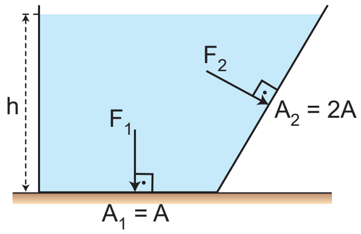
A_2 yüzeyine etki eden sıvı basınç kuvveti $F_2 = h \cdot d \cdot g \cdot A_2$

A_3 yüzeyine etki eden sıvı basınç kuvveti $F_3 = 3h \cdot d \cdot g \cdot A_3$

şeklinde bulunur.

Örnek

d özkütleli sıvı ile doldurulmuş bir kabın taban alanı $A_1 = A$ ve eğimli yan yüzeyinin alanı $A_2 = 2A$'dır. Bu durumda tabana etki eden sıvı basınç kuvveti F_1, yan yüzeye etki edense F_2 olmaktadır.



Buna göre $\frac{F_1}{F_2}$ oranı kaçtır?

Çözüm

Tabana etki eden sıvı basınç kuvveti $F_1 = h \cdot d \cdot g \cdot A$'dır.

Yan yüzeyinin ortasının serbest yüzeyden derinliği $\frac{h}{2}$ olduğu için

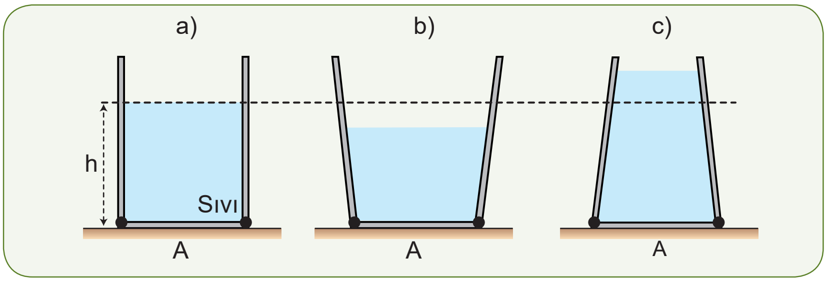
$$F_2 = \frac{h}{2} \cdot d \cdot g \cdot 2A = h \cdot d \cdot g \cdot A\text{'dır.}$$

Bu durumda $\frac{F_1}{F_2} = 1$ bulunur.

Yan yüzeyleri hareket edebilen Şekil 2.19: a'daki kabın içerisinde h yüksekliğinde ve G ağırlığında sıvı bulunmaktadır. Bu durumda kabın tabanında oluşan sıvı basınç kuvveti sıvının ağırlığına eşittir.

$F = h \cdot d \cdot g \cdot A = G$ olur.

Kabın yan yüzeyleri dışa doğru hareket ettirilerek Şekil 2.19: b'deki duruma getirildiğinde kaptaki sıvının ağırlığı değişmezken yüksekliği h'den küçük olur. Bu durumda sıvı basınç kuvveti, sıvının ağırlığından küçük olur ($F < G$).

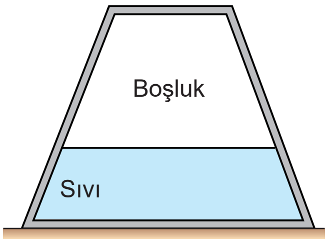


Şekil 2.19: *a, b, c) Yan yüzeyleri hareket edebilen içi sıvı dolu kap*

Kabın yan yüzeyleri içe doğru hareket ettirilerek Şekil 2.19: c'deki duruma getirildiğinde sıvının ağırlığı değişmezken yüksekliği h'den büyük olur. Bu durumda kabın tabanındaki sıvı basınç kuvveti, sıvının ağırlığından büyük olur ($F > G$).

Sıra Sizde - 3

Düşey kesiti verilen kapalı kaptaki sıvının kabın tabanına uyguladığı basınç P, basınç kuvveti F'dir.



Buna göre kap ters çevrilirse P ve F nasıl değişir?

Çözüm

Gazların Basıncı

Gazların belirli bir hacmi ve şekli yoktur. Gazlar içerisine konulduğu kabı homojen bir şekilde tamamen kaplar. Bu nedenle gazın hacmi ve şekli, kabın hacmi ve şekliyle aynı olur. Gaz molekülleri arasındaki boşluk fazla olduğu için gazlar sıkıştırılabilir.

Açık Hava (Atmosfer) Basıncı

Dünya'nın çevresinde bulunan kilometrelerce kalınlıktaki gaz kütlesinin ağırlığından ve gaz moleküllerinin sahip olduğu kinetik enerjilerinden dolayı oluşan basınca **açık hava basıncı** denir. Açık hava basıncı P_0 sembolüyle gösterilir. Yer yüzeyinden yukarı çıkıldıkça atmosferdeki gaz molekülleri seyrekleştiği için açık hava basıncı azalır.

Açık hava basıncı atmosferdeki gazların ağırlığından oluştuğu hâlde basıncın yönü sadece aşağı doğru değildir. Açık hava basıncı, cisimlerin yüzeyindeki her noktaya dik olarak etki eder. Bir kâğıt yeryüzüne yatay olarak gerildiğinde açık hava basıncının yönü sadece aşağı doğru olsaydı kâğıt yırtılırdı. Ancak kâğıdın alt ve üst yüzeylerine etki eden açık hava basıncı eşit olduğu için kâğıt yırtılmaz.

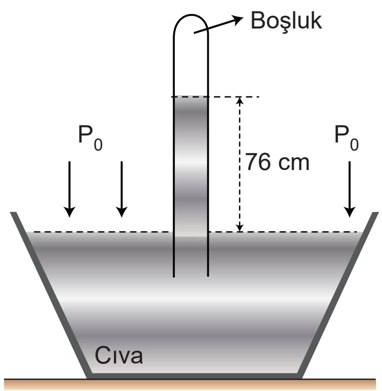


Görsel 2.16: *Barometre*

Barometre

Açık hava basıncını ölçen alete **barometre** denir (Görsel 2.16). Barometreyi bulan kişi İtalyan bilim insanı Evangelista Torricelli'dir (İvengelista Toriçelli) (1608-1647).

Deniz seviyesinde ve 0 °C sıcaklıkta 1 m yüksekliğindeki cıva dolu bir cam tüp, ters çevrilip yine içi cıva dolu bir kaba daldırıldığında (Şekil 2.20) tüp içerisindeki cıva seviyesi bir miktar düştükten sonra dengeye gelir. Kaptaki cıvanın üst yüzeyi ile cam tüpteki cıvanın üst yüzeyi arasındaki fark 76 cm olarak ölçülür.



Şekil 2.20: *Torricelli deney düzeneği (Barometre)*

Açık havanın kaptaki cıvanın üst yüzeyine uyguladığı basınç (P_0) 76 cm yüksekliğindeki cıva sütununun uyguladığı basınca eşittir. Bu durumda 0 °C sıcaklığında ve deniz seviyesindeki açık hava basıncı

$$P_0 = 76 \text{ cm-Hg} = 760 \text{ mm-Hg}$$

olarak ölçülmüştür (Hg cıvanın sembolüdür.). Ölçülen bu değere özel olarak **1 atmosfer basıncı** da (Atm) denir.

İzleyerek Öğreniniz

Magdeburg yarım küreleri deneyini karekoddan yararlanarak inceleyiniz.

Atmosfer basıncının etkisini göstermek için yapılan Magdeburg (Magdebur) yarım küreleri deneyinde iki yarım küreden birine metal musluk takılmıştır (Görsel 2.17). Yarım küreler birleştirilip musluktan vakum pompası yardımı ile hava vakumlanmış ve musluk kapatılmıştır. Atlar, küreyi zıt yönlerde çekerek ayırmaya çalışmış ancak başarılı olamamıştır. Kürenin içerisinden hava çekildiği için iç kısımda basınç azalmış, açık hava basıncı içerideki basınçtan büyük olduğu için birleştirilen yarım kürelerin ayrılmasına engel olmuştur.



Görsel 2.17: *Magdeburg yarım küreleri*

Günlük hayatta kullanılan ve camlara tutturulan vantuzların çalışma şekli de vantuz içindeki iç ve dış basıncın farklı olması ilkesine dayanır.

Meraklısına Bilgi

Atmosferi oluşturan gazlar iki ayrı etki ile dengede kalır. Birincisi Güneş'ten aldıkları ısı enerjisiyle gaz moleküllerinin hareketlilikleri artar ve gazlar yer yüzeyinden dağılma eğilimi gösterir. İkincisi ise Dünya'nın gaz moleküllerine uyguladığı yer çekimi kuvvetidir.

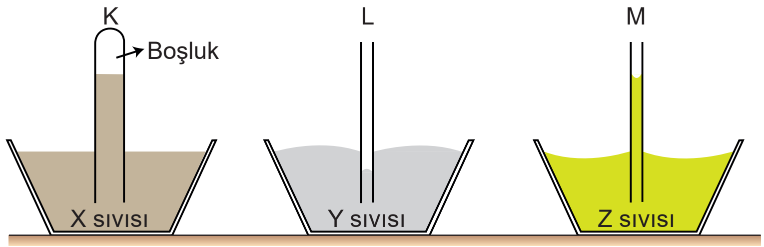
Atmosferdeki gazların yoğunluğu yeryüzünden yukarı çıkıldıkça azalır. Yapılan çalışmalar, atmosferi oluşturan gazların yaklaşık %50'sinin yeryüzünden 6,4 km, %90'ının da 32 km yüksekliğe kadar olan tabakalarda bulunduğunu ortaya koymuştur.

İnce borulardaki sıvıların kendiliğinden yükselmesine veya alçalmasına kılcallık olayı denir. Barometredeki cıvanın borudan akmadan belirli bir yükseklikte kalması kılcallık olayıyla ilgili değildir. Tüp içerisindeki cıvanın dökülmesine engel olan etki açık hava basıncıdır.

Kılcallık etkisiyle sıvının borularda yükselmesi borunun yarıçapına ve cinsine bağlıyken barometredeki sıvı yüksekliği borunun cinsine, yarıçapına, duruşuna ve şekline bağlı değildir. Kılcal borunun ucunun açık olması kılcallık olayını etkilemezken barometrelerde borunun ucu kapalı olmalıdır. Çünkü boru içerisindeki sıvı yüzeyine açık hava basıncı etki etmemelidir.

Örnek

K tüpü ve L, M kılcal boruları X, Y ve Z sıvılarına daldırıldığında sıvılar şekildeki gibi dengeye gelmektedir.



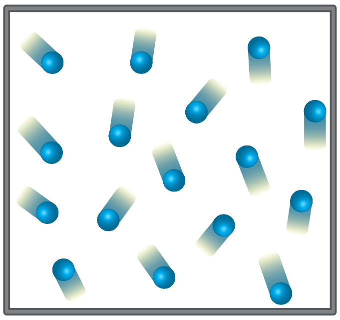
Sıvıların dengeye gelmesinde açık hava basıncı adezyon ve kohezyon kuvveti niceliklerinden hangisi etkili olmuştur? Kuvvetlerden birini seçerek K, L ve M için eşleştiriniz.

Çözüm

K tüpünün uç kısmı kapalı olduğu için açık hava basıncının etkisiyle sıvı yükselmiştir. L ve M tüplerinin uç kısımları açık olduğunda açık hava basıncının etkisi gözlenemez. Bu durumda L'de alçalma meydana geldiği için kohezyon, M'de yükselme meydana geldiği için adezyon kuvvetinin etkisi olmuştur.

Kapalı Kap İçerisindeki Gazların Basıncı

Kapalı bir kaba konulan gazlar, homojen dağılır ve rastgele hareket eder (Şekil 2.21). Gaz basıncı, hareketli gaz moleküllerinin sürekli kabın iç yüzeylerine çarpması sonucunda oluşmaktadır. Kabın iç kısmındaki birim yüzeye, birim zamanda çarpan molekül sayısı artarsa gazın basıncı da artar.



Şekil 2.21: *Gaz taneciklerinin hareketi*

Kaba homojen olarak dağılan gaz moleküllerinin her noktaya birim zamanda çarpma sayısı eşit kabul edilir. Bu nedenle kabın her noktasındaki gaz basıncı da eşit olur.

Kapalı kaplardaki ideal gazların basıncı; gazın hacmine, sıcaklığına ve molekül sayısına (madde miktarına) bağlıdır.

Kapalı bir kaptaki gazların basıncını etkileyen değişkenler aşağıda verilmiştir.

1. Gazın sıcaklığı ve kabın hacmi sabit kalmak şartıyla kaptaki molekül sayısı artırılırsa birim yüzeye birim zamanda çarpan molekül sayısı artacağından gazın basıncı artar (Şekil 2.22).



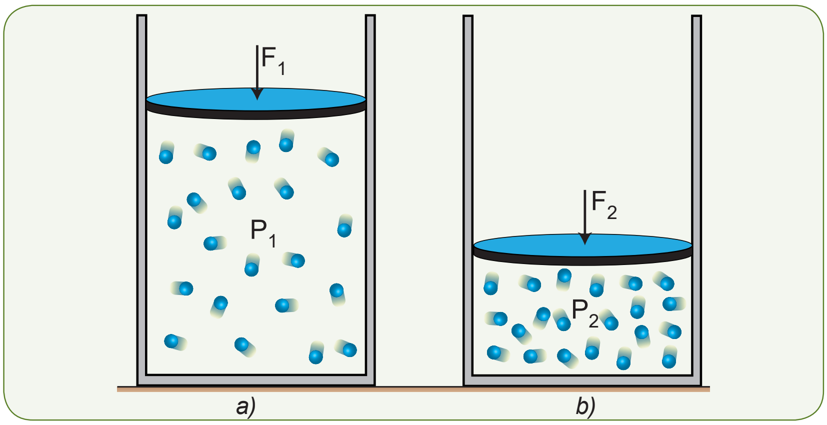
Şekil 2.22: *Kapalı kap içerisindeki gazın molekül sayısının artırılması*

2. Kapalı bir kaptaki gazın hacmi ve molekül sayısı sabit kalmak şartıyla sıcaklığı artırılırsa moleküllerinin hızı artar ve birim yüzeye birim zamanda çarpan molekül sayısının artması sebebiyle basıncı da artar (Şekil 2.23). Bu durumda kapalı bir kaptaki gazın basıncı sıcaklığı ile doğru orantılıdır.

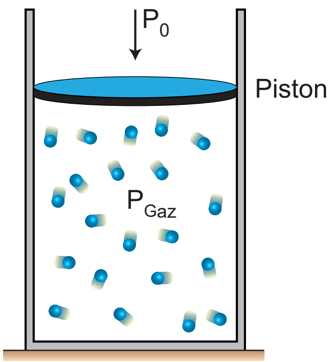


Şekil 2.23: *Sıcaklığı artırılmış gaz moleküllerinin hareketi*

3. Kapalı bir kaptaki gazın (Şekil 2.24: a) sıcaklığı ve molekül sayısı sabit kalmak şartıyla hacmi azaltıldığında (Şekil 2.24: b) birim yüzeye birim zamanda çarpan molekül sayısı artacağından gazın basıncı da artar. Kapalı bir kaptaki gazın basıncı, hacmiyle ters orantılıdır.



Şekil 2.24: *a, b) Gazların sıkıştırılması*

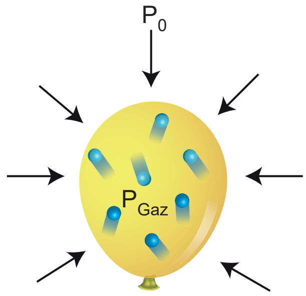


Şekil 2.25: *Hareketli piston kullanılarak gazın basıncının sabit tutulması*

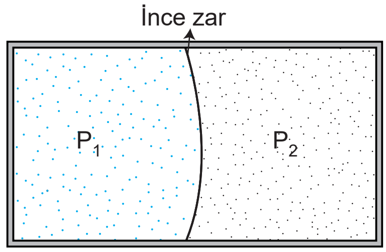
Sürtünmesi önemsiz, sızdırmaz ve hareketli pistonla kapatılmış bir kaptaki (Şekil 2.25) gazın basıncı, pistonun ağırlığından dolayı oluşan basınç ile açık hava basıncının toplamına eşittir.

Kaptaki gazın sıcaklığı artırılırsa veya kaba bir miktar daha gaz ilave edilirse iç basıncı artacağı için piston yukarı yönde hareket ederek iç basıncı düşürür. Gazın basıncı, tekrar pistonun ağırlığından dolayı oluşan basınç ile açık hava basıncının toplamına eşit olduğunda yeniden denge sağlanır.

Esnek balondaki gazın basıncı, balonun dış yüzeyine etki eden basıncı dengelemektedir (Şekil 2.26). Balonun esneklik direnci ihmal edilirse $P_{Gaz} = P_0$ olur. Balona bir miktar daha gaz ilave edilirse balonun hacmi büyür. Ancak dış basınç sabit kaldığı için balonun içindeki gazın basıncı değişmez. Aynı durum kapalı kaptaki esneyebilen sızdırmaz esnek zar ile ayrılmış gazlar için de geçerlidir. İnce zar, gazların basınçları eşitleninceye kadar esner ($P_1 = P_2$) (Şekil 2.27).



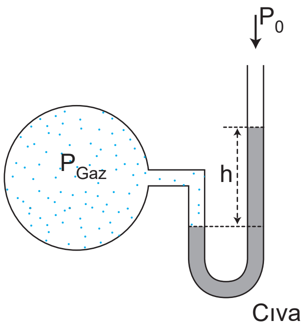
Şekil 2.26: *Esnek balon*



Şekil 2.27: *İnce zarla birbirinden ayrılmış iki farklı gaz*

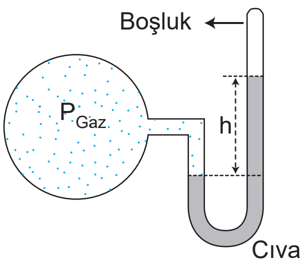
Manometre

Kapalı bir kaptaki gazın basıncını ölçen alete **manometre** denir. Cıvalı manometreler, açık uçlu manometre ve kapalı uçlu manometre olmak üzere ikiye ayrılır.



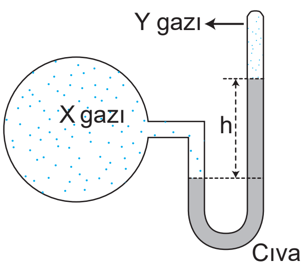
Şekil 2.28: *Açık uçlu manometre*

Açık uçlu bir manometrede (Şekil 2. 28) kapalı kaptaki gazın basıncı, açık hava basıncı ile h yüksekliğindeki cıva sütununun yaptığı basıncın toplamı kadardır.



Şekil 2.29: *Kapalı uçlu manometre*

Kapalı uçlu manometrede (Şekil 2.29) açık hava basıncının etkisi yoktur. Cıva sütununun üst kısmının boşluk olması durumunda gazın basıncı h yüksekliğinde cıva sütununun yapmış olduğu basınca eşittir.



Şekil 2.30: *Borusunda gaz bulunan kapalı uçlu manometre*

Kapalı uçlu manometrede cıvanın üzerinde kalan kısımda gaz varsa (Şekil 2.30) manometredeki X gazının basıncı h yüksekliğindeki cıva sütununun yaptığı basınç ile Y gazının basıncı toplamıdır.

Manometreler araç tekerleklerindeki havanın (Görsel 2.18), oto gaz depolarındaki ve oksijen tüplerindeki (Görsel 2.19) gazın basıncını ölçmek için kullanılır.



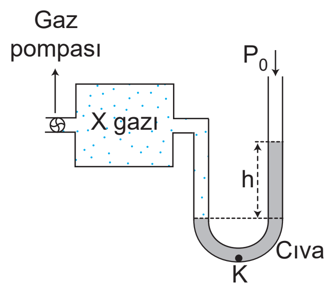
Görsel 2.18: *Manometre ile tekerlekteki hava basıncının ölçülmesi*



Görsel 2.19: *Oksijen tüpüne bağlı manometre*

Örnek

Açık hava basıncının P_0 olduğu bir ortamda düşey kesiti verilen esnemesiz kaptaki X gazı kollardaki cıva düzeyleri arasındaki farkı h olan açık uçlu manometre yardımıyla dengededir.



Pompa yardımıyla kaba bir miktar daha gaz ilave edilirse

I. Gazın basıncı artar.

II. h artar.

III. K noktasındaki toplam basınç artar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

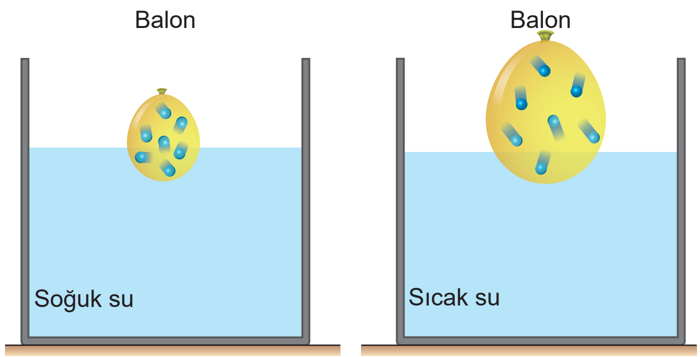
Çözüm

Kapalı kaba pompa yardımıyla bir miktar daha gaz ilave edildiğinde, kaptaki gaz taneciği sayısı artacağından gazın basıncı artar. I. öncül doğrudur. Gaz basıncındaki artışın dengelenebilmesi için cıva düzeyleri arasındaki farkın artması gerekir. II. öncül doğrudur.

Kabın açık uçlu kısmı göz önünde bulundurulursa açık hava basıncı değişmezken cıvanın yüksekliği artar. Dolayısıyla K noktasındaki toplam basınç artar. Bu nedenle III. öncül doğrudur.

Sıra Sizde - 4

Yeterince ince ve esnek bir balon havayla şişirildikten sonra balonun ağzı bağlanıyor.



Şekil-I Şekil-II

Balon Şekil-I'deki soğuk su üzerine konduğunda hacminin küçüldüğü, Şekil-II'deki sıcak su üzerine konduğunda ise hacminin tekrar büyüdüğü görülür.

Bu iki olayın nedenini açıklayınız.

Çözüm

Altimetre

Altimetreler bir çeşit barometredir ve basınç farklılığı ilkesine göre çalışır. Altimetreler deniz seviyesine göre yüksekliği gösteren aletlerdir.

Pilotlar, uçak yolculuğu sırasında belirli aralıklarla yaptıkları anonslarda yerden ne kadar yükseklikte uçulduğu bilgisini altimetre yardımıyla verir (Görsel 2.20). Altimetreler dağcılar için de önemli bir alettir. Dağcılar, tırmanırken ne kadar yüksekte olduklarını saat şeklindeki altimetreye bakarak tespit ederler (Görsel 2.21).



Görsel 2.20: *Uçak altimetresi*



Görsel 2.21: *Dağcı altimetresi*

Batimetre



Görsel 2.22: *Dalgıç batimetresi*

Basınç değişiminden yararlanarak suyun derinliğini ölçen aletlere **batimetre** denir (Görsel 2.22).

Denizaltıların bulundukları derinlik batimetre ile belirlenir. Batimetreler de basınç prensiplerine göre çalışır.

Dalgıçlar denize daldıklarında üzerlerine etki eden basınç arttığı için dış basınç vücutlarındaki iç basınçtan fazla olur. Bu basıncı dengelemek için kalbin atış hızı ve damarlardaki kan basıncı artar. Bu olumsuzlukların giderilmesi için dalgıçlar özel kıyafetler giyer.

Dalgıçlar derinlere indikçe oksijen ve azot gazı, yüksek basınçtan dolayı kanlarında çözünür. Derinlerdeki bir dalgıç, deniz yüzeyine doğru hızla çıkarken basınç azaldığından kanda çözünmüş olan azot, gaz hâline geçerek damarların içerisinde baloncuklar oluşturur. Bunun sonucunda

akciğerlerde yırtılma, beyne oksijen gitmeme gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkar. Buna **vurgun yeme** denir. Dalgıçlar vurgun yememek için yüzeye yavaşça çıkmalı ve belli yüksekliklerde beklemelidir. Sabırlı bir şekilde beklemeyen dalgıçların kanındaki azot gazının tekrar çözünmesi ve üstlerindeki basıncın yavaş yavaş düşerek normalleşmesi için basınç odalarına alınarak bekletilmesi gerekir.

Basıncın Hâl Değişimine Etkisi

Erirken hacmi büyüyen bakır, demir ve gümüş gibi maddelerde basınç erimeyi zorlaştırır. Basınç artırıldığında erime sıcaklığı da artar. Basıncın artması buz, bizmut ve antimon gibi erirken hacmi küçülen maddelerde ise erimeyi kolaylaştırır, erime sıcaklığını düşürür. Basınç uygulanarak buzun deniz seviyesinde 0 °C'nin altında erimesi sağlanabilir. Kış mevsiminde araçların geçtiği (Görsel 2.23) ve insanların yoğun olarak yürüdüğü yerlerde kara uygulanan basınç sebebiyle kar erken erir.



Görsel 2.23: *Araç lastiğinin geçtiği yerlerde eriyen kar*



Görsel 2.24: *Ağrı Dağı*

Elde sıkılan kar topundan suyun damladığı görülür ve kar topuna uygulanan basınç, karın erime noktasını düşürerek erimesini sağlar.

Dağların zirvesinde (Görsel 2.24) atmosfer basıncı düşük olduğundan kar geç erir.

Sıvının ısı alıp gaz hâline geçmesine **buharlaşma** denir. Basınç ile buharlaşma hızı ters orantılıdır. Basınç azaldıkça buharlaşma hızı artar.

Sıvının buhar basıncı ile atmosfer basıncının eşit olduğu sıcaklığa **kaynama noktası** (sıcaklığı) denir. Sıvının kaynama noktası sıvı yüzeyine etki eden basınca bağlıdır.

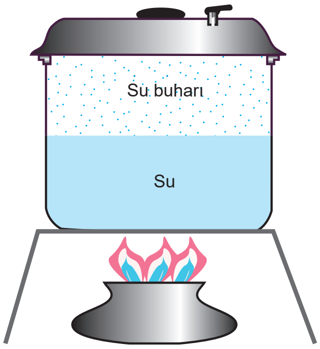
Su, deniz seviyesinde 100 °C'de kaynarken deniz seviyesinden yukarı çıkıldıkça açık hava basıncı azaldığından kaynama sıcaklığı düşer.

İzleyerek Öğreniniz

Basıncın erime üzerindeki etkisini karekoddan yararlanarak inceleyiniz.



Görsel 2.25: *Düdüklü tencere*



Şekil 2.31: *Düdüklü tencerede suyun üzerinde biriken buhar*

Düdüklü tencerede (Görsel 2.25) yüzeydeki basınç artırılarak sıvının daha yüksek sıcaklıklarda kaynaması sağlanır. Şekil 2.31'deki düdüklü tencereye ısı verildiğinde buharlaşan su, sıvı yüzeyinde yüksek basınç oluşturur. Basınç suyun kaynamasını zorlaştırır. Suyun sıcaklığı 100 °C'ye ulaştığında su kaynamaz. Şartlara göre suyun sıcaklığı 130 °C-150 °C seviyesine ulaştığında suyun kaynadığı görülür. Bu sayede yemeğin yüksek sıcaklıkta ve daha kısa sürede pişmesi sağlanır. Düdüklü tencerede kapağın altındaki gazın basıncı yüksek olduğundan gaz boşaltılmadan kapak açılmamalıdır. Aksi takdirde yüksek basıncın etkisiyle kapak fırlayarak çevresindekilere zarar verebilir.

Simülasyon

Kesit alanı, basınç ve akışkan sürati arasındaki ilişkiyi karekoddan yararlanarak inceleyiniz.

2.1.2. Akışkanlarda Akış Sürati ile Akışkan Basıncı Arasındaki İlişki

Hareket hâlindeki akışkanların oluşturduğu basınç diğer basınç bilgilerinden farklıdır. Sıvı ve gazlar katılardan farklı olarak akışkan olan maddelerdir. Bu nedenle hareket hâlindeki gazların ve sıvıların oluşturduğu basınca **akışkan basıncı** denir.

Fırtınalı günlerde bina kapılarının sertçe kapanması, çatıların uçması, rüzgârlı ve yağmurlu havalarda kullanılan şemsiyenin ters dönmesi gibi olaylar akışkanların sürati ile basıncı arasında ilişki olduğunu gösterir mi? Bu sorunun cevabı Hollandalı bilim insanı Daniel Bernoulli'nin (Danyel Bernuli) ortaya koyduğu Bernoulli İlkesi'nde saklıdır.

"Bir boruda ya da kanalda akmakta olan akışkanın basıncı, durgun hâldeki basıncından küçüktür." ifadesi **Bernoulli İlkesi** olarak tanımlanır.



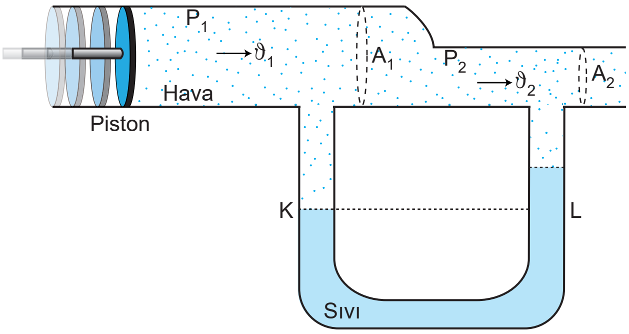
Şekil 2.32: *Rüzgârın çatı üzerinde oluşturduğu alçak basınç bölgesi*

Fırtınalı havalarda çatıların üzerinden ve duvarların yüzeyinden geçen havanın sürati artar. Bernoulli İlkesi'ne göre çatılara ve duvarların yüzeyine etki eden açık hava basıncı azalır (Şekil 2.32).Binaların içindeki durgun havanın basıncı, dışarıdaki açık havanın basıncından büyük olur. Bunun sonucunda binaların kapı ve pencereleri sertçe kapanabilir. Çatı boşluğundaki hava basıncının dış basınçtan çok büyük olması durumunda ise çatılar uçabilir.



Görsel 2.26: *Rüzgârlı havada ters dönen şemsiye*

Şemsiye üzerinden geçen havanın süratinin artması şemsiye üzerindeki basıncın azalmasına sebep olur. Şemsiyenin iç tarafındaki hava basıncıyla üzerindeki basınç arasında bir fark oluştuğunda şemsiye ters döner (Görsel 2.26).



Şekil 2.33: *Kesit alanı daralan boru*

Kesit alanı A_1 olan borunun geniş kısmındaki piston Şekil 2.33'teki gibi itildiğinde borudaki hava hareket eder. Kesit alanı A_2 olan dar kısımdan geçerken havanın sürati artar. Bu nedenle borunun geniş kısmındaki havanın sürati ϑ_1, dar kısmındaki havanın sürati ϑ_2 den küçük olur.

Bernoulli İlkesi'ne göre akışkanın sürati arttıkça basıncı azalacağından geniş kısımdaki havanın basıncı, dar kısımdaki havanın basıncından büyük olur. U borusunun K ve L kollarının tabanlarındaki toplam basıncın eşit olabilmesi için L kolundaki sıvının yüksekliği K kolundaki sıvı yüksekliğinden fazla olur. Böylece akışkanların, basıncın büyük olduğu yerden küçük olduğu yere hareket ettiği görülür.

Akışkanlarla ilgili günlük hayatta karşılaşılan birçok olay Bernoulli İlkesi ile açıklanmaktadır. Bahçe hortumunun ucunun daraltılması sonucunda suyun hızının değişmesi Bernoulli İlkesi'yle ilgili örneklerden biridir. Hortumun ucu daraltıldığında kesit alanı küçülür ve hortumdan çıkan suyun hızı artar (Görsel 2.27).



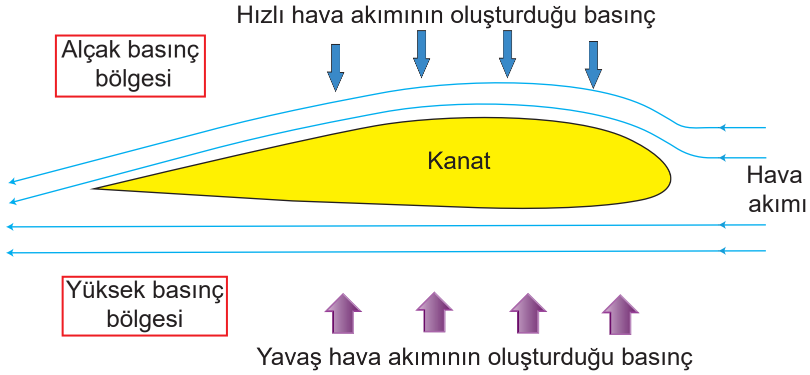
Görsel 2.27: *Ucu daraltılmış hortumdan akan su*



Görsel 2.28: *Musluktan akan su*

Musluklardan akan su incelendiğinde suyun akışı sırasında süratinin artmasına bağlı olarak kesit alanının küçüldüğü ve suyun inceldiği görülür (Görsel 2.28).

Uçak kanatlarının tasarımında da benzer bir durum söz konusudur. Uçakların kanatları, uçak hareket hâlindeyken üzerinden geçen havanın süratinin artmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 2.34).



Şekil 2.34: *Uçak kanadı kesiti*

Üst yüzeyleri dışa bombeli kanatlar, hava akışının üst yüzeyde daha hızlı olmasını sağlar. Bernoulli İlkesi'ne göre kanadın üst tarafındaki basınç alt tarafındaki basınçtan küçük olur. Bu şekilde üst yüzeyde alçak, alt yüzeyde de yüksek basınç bölgesi oluşur. Bu durum uçakların yükselmesine yardımcı olur.



Görsel 2.29: *Tansiyon ölçme aleti*

Damarlarda akan kan, dolaşım sırasında bir basınç oluşturur. Bu basınç kısaca **tansiyon** olarak ifade edilir. Kalp, kanı damarlara şiddetle pompalarsa tansiyon yükselir, zayıf biçimde pompalarsa tansiyon düşer. Damarlarda oluşan kan basıncı tansiyon aleti ile ölçülür (Görsel 2.29). Tansiyon ölçümü kişinin koluna, içine hava doldurulup boşaltılabilen bir manşon ve manşon ile kol arasına steteskop yerleştirilmesiyle yapılır. Manşonun şişirilmesiyle kan akışının kesilmesi sağlandıktan sonra manşon içindeki havanın boşaltılması ile kan akışının devam etmesi ve normale dönmesi sırasında tansiyon değerleri ölçülür.

Araştırınız

Tansiyon aletinin nasıl çalıştığına ve tansiyon ölçümünün nasıl yapıldığına dair araştırma yapınız. Tansiyonunuzu ölçtürünüz ve tansiyon değerlerinizin ne anlama geldiğini öğrenerek elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

Bernoulli İkesi'yle açıklanan bir başka durum da kara yollarında sıkça rastlanan hareket hâlindeki zıt yönlü araçların yan yana geçişi sırasında gözlemlenir. Hareket hâlindeki bir kamyonun yanından bir araç geçerken araçların arasındaki havanın hızı artar. Bernoulli İlkesi'ne göre düşük basınç bölgesi oluştuğundan araçlar dıştan içe doğru anlık olarak itilir.

Yüksek hızla hareket eden araçlara yaklaşıldığında basınç farkından kişiyi araca doğru iten bir kuvvet oluşur. Bu durum hayati tehlikeye yol açabileceğinden metro istasyonlarında güvenlik bandının dışında kalınmalı ve yüksek hızla hareket eden trenlere yaklaşılmamalıdır (Görsel 2.30).



Görsel 2.30: *Metro istasyonunda yer alan güvenlik bandı*

Rüzgârlı günlerde havanın hızı arttığı için basıncı düştüğünden suyun buharlaşma hızı artar ve balkona asılan ıslak elbiseler daha kısa sürede kurur.

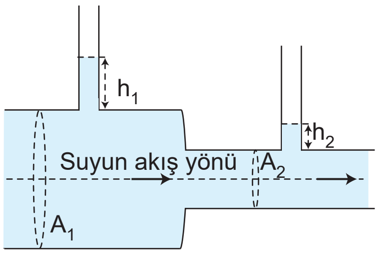
Saç kurutma makinesi sıcak havayı üfleyerek verir. Havanın basıncı düşer, buharlaşma hızı artar ve saç erken kurur (Görsel 2.31).



Görsel 2.31: *Saç kurutma makinesi*

Örnek

Akış yönü şekildeki gibi olan borunun kesit alanları $A_1 > A_2$ dir. Borunun geniş kısmındaki basıncı dengeleyen suyun yüksekliği h_1, dar kısmındaki basıncı dengeleyen suyun yüksekliği h_2 dir.



Buna göre $h_1 > h_2$ olmasının sebebini açıklayınız?

Çözüm

Borunun kesitinin daraldığı yerde akışkanın hızı artar ve basıncı azalır. A_1 kesitinden geçen suyun hızı A_2 kesitinden geçen suyun hızından küçüktür. Bu yüzden A_1 kesitindeki suyun basıncı P_1, A_2 kesitindeki suyun basıncı P_2 den büyüktür. $P_1 > P_2$ olduğundan $h_1 > h_2$ dir.

Sıra Sizde - 5

Bernoulli İlkesi'ne göre hızı artan akışkanın basıncı azalır.

Buna göre

I. Rüzgârlı günlerde kapıların sertçe kapanması

II. Hidrolik fren sistemlerinde fren pedalına basıldığında aracın durması

III. Fırtınalı günlerde çatıların uçması

IV. Rüzgârlı havalarda dışarı asılan ıslak elbiselerin erken kuruması

olaylarından hangileri Bernoulli İlkesi'yle açıklanır?

Çözüm

2. BÖLÜM

KALDIRMA KUVVETİ

Konular

Anahtar Kavramlar

- Archimedes İlkesi
- Kaldırma kuvveti



- **Suya atılan bir metal para batarken metalden yapılmış tonlarca ağırlıktaki gemiler nasıl olur da suda batmaz?**
- **Cismin havada ve sıvı içine daldırıldığında dinamometre ile ölçülen ağırlığının farklı olmasının sebebi nedir?**

Bu bölümde durgun akışkanlarda basınç kuvveti farkından oluşan kaldırma kuvvetinin nelere bağlı olduğu açıklanacak, günlük hayatta karşılaşılan problemlere kaldırma kuvveti ve Bernoulli İlkesi kullanılarak çözüm önerileri getirilecektir.

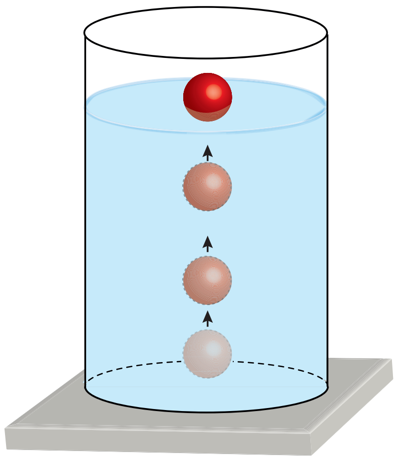
2.2.1. Durgun Akışkanların Cisimlere Uyguladığı Kaldırma Kuvveti

Deniz, göl ve akarsularda cinsleri ve büyüklükleri birbirinden farklı cisimlerin bazılarının yüzdüğünü bazılarının da battığını fark etmişsinizdir.



Görsel 2.32: *Yük taşıyan gemi*

Tonlarca kütleye sahip gemilerin denizde ilerlemesi (Görsel 2.32) ve suya batırıldıktan sonra serbest bırakılan plastik topun tekrar yüzeye çıkması gibi olaylar (Şekil 2.35) sıvıların, cisimlerin ağırlığına zıt yönde bir kuvvet uyguladığını gösterir. Sıcak hava balonlarının uçması gibi olaylar ise gazların da sıvılar gibi cisimlerin ağırlığına zıt yönde kaldırma kuvveti uyguladığını gösterir (Görsel 2.33).



Şekil 2.35: *Sıvıya batırılıp serbest bırakılan plastik top*



Görsel 2.33: *Sıcak hava balonları (Kapadokya)*

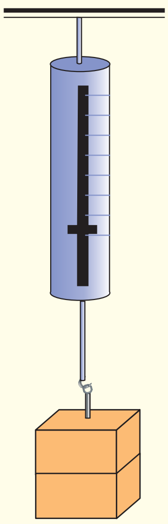
Sıvıların cisimlere uyguladığı kaldırma kuvvetini daha iyi anlayabilmek için “Sıvıların cisimlere uyguladığı kaldırma kuvveti” deneyini yapınız

DENEY

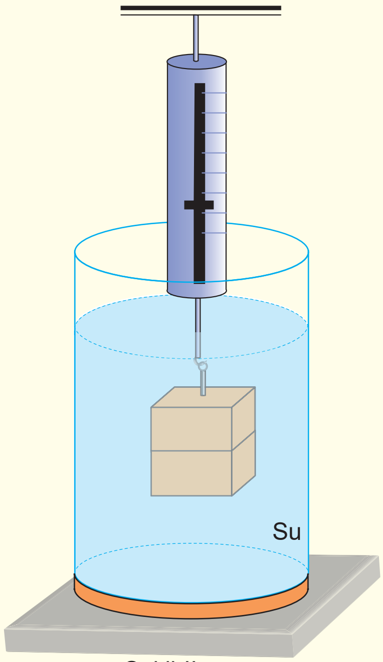
2.2. DENEY

Deneyin Adı	Sıvıların cisimlere uyguladığı kaldırma kuvveti
Deneyin Amacı	Sıvıların cisimlere uyguladığı kaldırma kuvvetinin kavratılması
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Kuvvet ölçer (Dinamometre) • Yoğunluğu suyun yoğunluğundan büyük olan cisim • Cam kap • Su

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı ve Yapılışı



Şekil-I



Şekil-II

1. Adım: Cismi Şekil-I'deki gibi dinamometrenin ucuna takınız ve havanın kaldırma kuvvetinin ihmal edildiği ortamda dinamometrede okuduğunuz değeri defterinize yazınız.

2. Adım: Suyu cam kaba doldurunuz. Su seviyesini cismi suya batırdığınızda taşmayacak şekilde ayarlayınız.

3. Adım: Cismi Şekil-II'deki gibi suyun içine tamamen batırınız. Dinamometrede okuduğunuz değeri 1. adımda okuduğunuz değerin yanına yazınız.

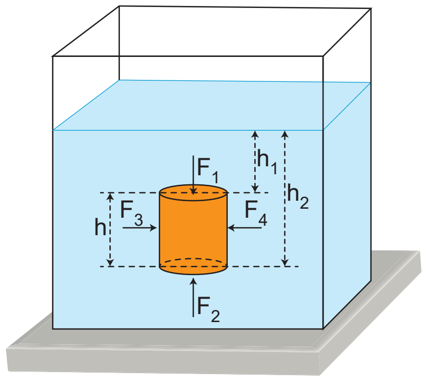
Sonuç ve Değerlendirme

Dinamometrede okunan değerde bir değişiklik oldu mu? Olduysa bu değişikliğin sebebini arkadaşlarınızla tartışınız.

"Sıvıların cisimlere uyguladığı kaldırma kuvveti" deneyinde görüldüğü gibi sıvı içine bırakılan cisimlere sıvı tarafından cismin ağırlığına zıt yönde bir kuvvet etki eder. Bu kuvvete **kaldırma kuvveti** denir. Kaldırma kuvvetinin varlığını ilk kanıtlayan kişi Archimedes'tir (Arşimed). Bu nedenle akışkanların kaldırma kuvvetini açıklayan ilkeye **Archimedes İlkesi** denir.

Archimedes, bu kuvveti deneysel olarak bulmuş fakat kuvvetin büyüklüğünü veren matematiksel model, basınç kavramı açıklandıktan sonra elde edilmiştir.

Sıvı içine bırakılan cisme, sıvının uyguladığı kaldırma kuvveti, cisme uyguladığı basınç kuvvetinin farkından kaynaklanır. Bu durum Şekil 2.36'daki tamamı sıvı içinde olan silindir şeklindeki cisim üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 2.36: *Silindire etki eden sıvı basınç kuvvetleri*

Sıvı tarafından silindirin üst yüzeyine F_1, alt yüzeyine F_2, yan yüzeylerine ise F_3 ve F_4 büyüklüğünde basınç kuvveti uygulanmaktadır.

Sıvı yüzeyinden derinlere inildikçe sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğünün arttığı ve $F = h \cdot d_{Sıvı} \cdot g \cdot A$ bağıntısıyla hesaplandığı ifade edilmişti.

Silindirin yan yüzeylerine etki eden F_3 ve F_4 kuvvetleri eşit büyüklükte ve zıt yönlü olduğu için bu kuvvetler birbirini dengeler.

Silindirin alt ve üst yüzey alanlarına A denilirse bu yüzeylere etki eden sıvı basınç kuvvetleri

$F_1 = h_1 \cdot d_{Sıvı} \cdot g \cdot A$

$F_2 = h_2 \cdot d_{Sıvı} \cdot g \cdot A$ bulunur.

h_1 : Cismin üst yüzeyinin sıvı yüzeyinden olan derinliği

h_2 : Cismin alt yüzeyinin sıvı yüzeyinden olan derinliği

$d_{Sıvı}$: Sıvının özkütlesi

g : Yer çekimi ivmesi

$h_2 > h_1$ olduğundan $F_2 > F_1$ olur. Cisme yukarı yönde etki eden bileşke kuvvet, cisme sıvı tarafından uygulanan kaldırma kuvvetine eşittir.

$F_K = F_2 - F_1$ F_1 ve F_2 değerleri yerine konulursa

$F_K = (h_2 - h_1) \cdot d_{Sıvı} \cdot g \cdot A$ olur.

Buradaki $h_2 - h_1$ farkı silindirin yüksekliğine (h) eşit olduğundan

$F_K = h \cdot A \cdot d_{Sıvı} \cdot g$ denklemi elde edilir.

Buradaki $V_{Batan} = h \cdot A$ silindirin sıvıya batan kısmının hacmini verir. Böylece kaldırma kuvvetinin büyüklüğünü veren bağıntı

$F_K = V_{Batan} \cdot d_{Sıvı} \cdot g$ olarak bulunur.

Simülasyon

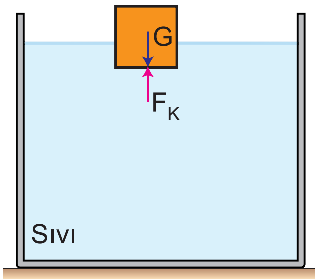
Kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenleri karekoddan yararlanarak inceleyiniz.

Batan cismin hacmi aynı zamanda yeri değişen sıvının (dereceli kaplarda yükselen sıvı ya da taşma seviyesine kadar dolu kaplardan taşan sıvı) hacmine eşit olduğundan $V_{Batan} \cdot d_{Sıvı} \cdot g$ ifadesi yeri değişen sıvının ağırlığına eşittir.

Sonuç olarak Archimedes Yasası, "**Tamamı veya bir kısmı durgun akışkana batırılan cisme akışkan tarafından uygulanan kaldırma kuvveti, cisim tarafından yeri değiştirilen akışkanın ağırlığına eşittir.** " şeklinde tanımlanır.

Bir cismin hacminin tamamı sıvıya batırılıp serbest bırakıldığında cisim sıvı yüzeyine çıkarak hacminin bir kısmı batacak şekilde yüzebilir, sıvı içinde askıda kalabilir ya da batabilir.

1. Yüzme Durumu



Şekil 2.37: *Sıvıda yüzen cisim*

Cismin hacminin bir kısmı sıvı içerisinde bir kısmı da dışarıda kalacak biçimde Şekil 2.37'deki gibi sıvının yüzeyinde dengeye gelmesi durumuna **yüzme durumu** denir.

Bu durumda cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğü cismin ağırlığına eşittir.

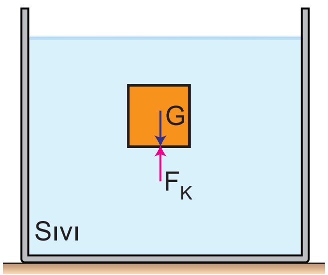
Cismin hacmi V_{Cisim}, özkütlesi d_{Cisim} olarak ifade edilirse cismin kütlesi $m_{Cisim} = V_{Cisim} \cdot d_{Cisim}$, ağırlığı da $G = m \cdot g$'den $G = V_{Cisim} \cdot d_{Cisim} \cdot g$ bulunur.

$F_K = G$ olduğuna göre

$V_{Batan} \cdot d_{Sıvı} \cdot g = V_{Cisim} \cdot d_{Cisim} \cdot g$ bulunur. Eşitliğin her iki tarafındaki g sadeleştiğinde $V_{Batan} \cdot d_{Sıvı} = V_{Cisim} \cdot d_{Cisim}$ olur.

Buradan $V_{Batan} < V_{Cisim}$ olduğu için $d_{Sıvı} > d_{Cisim}$ bulunur.

2. Askıda Kalma Durumu



Şekil 2.38: *Sıvıda askıda kalan cisim*

Sıvı içine tamamı batırılan bir cisim Şekil 2.38'deki gibi tabana değmeyecek şekilde yavaşça serbest bırakıldığında olduğu yerde dengede kalıyorsa bu duruma **askıda kalma durumu** denir.

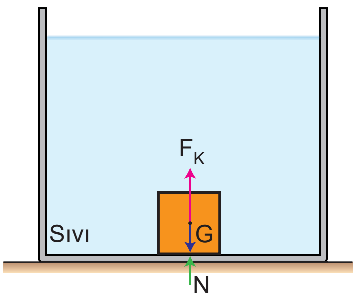
Askıda kalan cisimlerde kaldırma kuvvetinin büyüklüğü cismin ağırlığına eşittir.

$F_K = G$

$V_{Batan} \cdot d_{Sıvı} \cdot g = V_{Cisim} \cdot d_{Cisim} \cdot g$ olur.

Burada $V_{Batan} = V_{Cisim}$ olduğu için $d_{Sıvı} = d_{Cisim}$ bulunur.

3. Batma Durumu



Şekil 2.39: *Sıvıda dibe batan cisim*

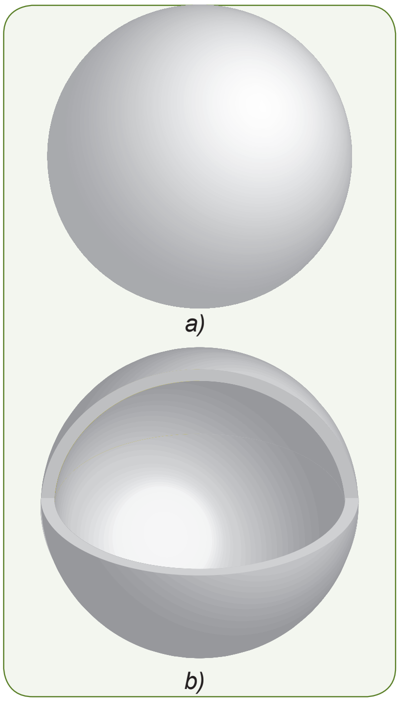
Sıvıya yavaşça serbest bırakılan bir cismin Şekil 2.39'daki gibi kendiliğinden kabın tabanına inmesi durumuna **batma durumu** denir. Bu durumda kap tabanında tepki kuvveti oluşur. Kap tabanının cisme uyguladığı tepki kuvvetinin büyüklüğü N ise

$N = G - F_K$ olur. Buradan $F_K < G$ bulunur.

$V_{Batan} \cdot d_{Sıvı} \cdot g < V_{Cisim} \cdot d_{Cisim} \cdot g$ ifadesinde $V_{Batan} = V_{Cisim}$ olduğu için $d_{Sıvı} < d_{Cisim}$ bulunur.

Burada ifade edilen cismin özkütlesi (d_{Cisim}) ile cismin yapıldığı maddenin özkütlesi farklı kavramlardır.

Cismin özkütlesi Şekil 2.40: a'daki gibi içinde boşluk yokken cismin yapıldığı maddenin özkütlesine eşittir. Cismin içinde Şekil 2.40: b'deki gibi boşluk varsa cismin özkütlesi yapıldığı maddenin özkütlesinden küçük olur. Boşluk, cismin yapıldığı maddeden daha yoğun bir madde ile doldurulursa cismin özkütlesi yapıldığı maddenin özkütlesinden büyük olur. Örneğin aynı hacme sahip kürelerden içi dolu kürenin kütlesi 1 kg, içi boş kürenin kütlesi 0,3 kg olsun. Bu aradaki kütle farkı boşluğun hacmine karşılık gelen küre içinden alınan madde miktarıdır. Kütle miktarındaki bu azalma aynı hacimdeki cismin özkütlesinin küçülmesine neden olur.

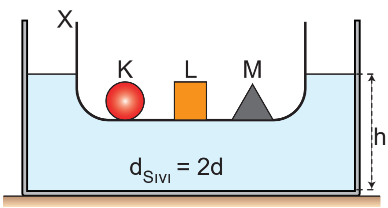


Şekil 2.40: *a) İçi dolu küre b) İçi boş küre*

Küçük bir çelik parçası suda batarken çelikten yapılmış tonlarca ağırlıktaki gemiler, cismin özkütlesiyle cismin yapıldığı maddenin özkütlesinin farkından dolayı yüzebilmektedir. Çeliğin özkütlesi, suyun özkütlesinden büyüktür. Bu nedenle çelik parçası suya bırakıldığında batar. Ancak çelikten yapılan gemilerde oluşturulan boşluk nedeniyle geminin özkütlesi çeliğin özkütlesinden küçük olur. Bu şekilde geminin özkütlesi suyun özkütlesinden küçük hâle getirilerek geminin suda yüzmesi sağlanır.

Örnek

Özkütleleri sırasıyla d, 2d ve 3d olan K, L ve M cisimleri X kabında dengededir. Bu durumda 2d özkütleli sıvı yüksekliği h'dir.



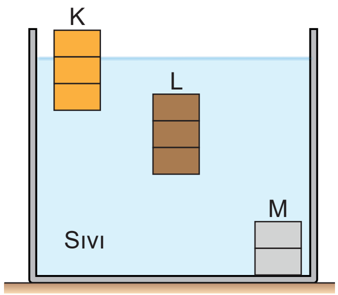
K, L ve M cisimlerinden her biri sırasıyla X kabından alınıp sıvı içine bırakıldığında h sıvı seviyesi nasıl değişir?

Çözüm

Cisimler, X kabındayken her biri kendi ağırlığı kadar sıvının yerini değiştirirken sıvı içine atıldıklarında batan hacimleri kadar sıvının yeri değişir.

Yüzen ve askıda kalan cisimlerin batan hacminden dolayı yükselttikleri sıvı ağırlığı, kendi ağırlıklarına eşit olduğu için h değişmez. Bir başka ifadeyle K ve L sıvı içine bırakıldığında h değişmez.

Özkütlesi sıvının özkütlesinden büyük olan M cismi, sıvı içine bırakıldığında batar. Cismin batan hacminden dolayı yükselttiği sıvının ağırlığı kendi ağırlığından küçüktür. Bu nedenle h azalır.



Örnek

Eşit hacim bölmeli K, L ve M cisimleri sıvı içerisinde şekildeki gibi dengededir.

Buna göre K, L ve M cisimlerine etki eden kaldırma kuvvetlerinin büyüklükleri F_K, F_L ve F_M arasındaki ilişki nasıldır?

Çözüm

Bölmelerden her birinin hacmine V denirse cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri

$F_K = V_b \cdot d_{Sıvı} \cdot g$ bağıntısından

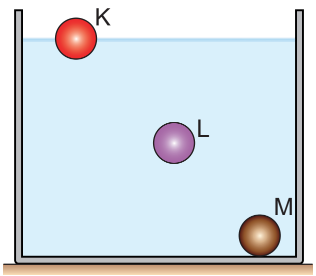
$F_K = 2V \cdot d_{Sıvı} \cdot g$

$F_L = 3V \cdot d_{Sıvı} \cdot g$

$F_M = 2V \cdot d_{Sıvı} \cdot g$ bulunur.

Cevap $F_L > F_K = F_M$ dir.

Sıra Sizde - 6



Düşey kesiti verilen kaptaki sıvı içerisinde tutulan eşit hacimli ve içleri dolu K, L ve M cisimleri serbest bırakıldığında şekildeki gibi dengeye geliyor. Bu durumda cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri sırasıyla F_K, F_L ve F_M oluyor.

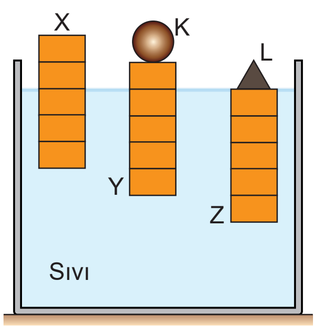
Buna göre

a) **Cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri F_K, F_L ve F_M arasındaki büyüklük ilişkisini bulunuz.**

b) **Cisimlerin özkütleleri d_K, d_L ve d_M arasındaki büyüklük ilişkisini bulunuz.**

Çözüm

Sıra Sizde - 7



Özdeş ve eşit bölmelendirilmiş X, Y ve Z cisimlerinden Y ve Z cisimleri üzerine konulmuş G_K ve G_L ağırlıklı K ve L cisimleri şekildeki gibi dengededir.

Buna göre K ve L cisimlerinin ağırlıkları oranı $\frac{G_K}{G_L}$ kaçtır?

Çözüm

2.2.2. Kaldırma Kuvvetinin Günlük Hayattaki Yeri

Bernoulli İlkesi'ne göre rüzgârlı havalarda hızı artan havanın basıncı azalır. Binaların içindeki durgun hava basıncı ile açık hava basıncı arasında bir fark oluşur. Bu fark çatıların uçmasına bunun sonucunda can kayıplarına neden olabilir. "Rüzgârlı havalarda çatıların uçmaması için alınması gereken tedbirler" ile ilgili projeyi hazırlayınız.

PROJE

RÜZGÂRLI HAVALARDA ÇATILARIN UÇMAMASI İÇİN ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER	
İçerik	Rüzgârlı havalarda çatıların uçmaması için alınması gereken tedbirler
Süre	15 gün
Beceriler	Problem çözme becerisi, araştırma-sorgulama becerisi, bilgi teknolojilerini kullanma becerisi, iletişim becerisi
Beklenen Performans	Grup çalışması yapma, araştırma, proje üretme, rapor hazırlama, bilgisayar destekli sunum yapma
Değerlendirme	Puanlama

Ölçüt Grubu	Ölçütler	Beklenen Seviyenin Altında (1)	Beklenen Seviyede (2)	Beklenen Seviyenin Üstünde (3)
Grup Çalışması	Grup üyeleri üzerine düşen görevi yaptı.			
	Grup üyeleri birlikte çalıştı.			
Araştırma Yapma	En az 4 kaynaktan yararlanıldı.			
	Bilgisayar ve Genel Ağ'dan yararlanıldı.			
	Üniversitelerdeki ilgili bölümlerle koordinasyonlu bir şekilde çalışıldı.			
Rapor Hazırlama	Raporda istenilen bilgiye yer verildi.			
	Yapılan çalışmalar özetlendi.			
	Yazım kurallarına dikkat edildi.			

PROJE

Proje	Rüzgârlı havalarda çatıların uçmasını engellemek için proje geliştirildi.			
	Proje uygulanabilirdir.			
	Proje özgündür.			
Sunum	Bilgisayar ve Genel Ağ kullanıldı.			
	Sunum anlaşılır bir şekilde yapıldı.			
Gerekli eklemeler				

Bu çalışmada rüzgârlı havalarda çatıların uçmaması için yapılması gerekenlerin araştırılması, elde edilen bilginin bir proje hâline getirilmesi ve bu projenin paylaşılması istenmektedir.

Bu çalışmayı yaparken aşağıdaki adımları takip ediniz.

1. Dörder kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Proje süresince yapılacak çalışmaların planlamasını yapınız.
3. Planlama doğrultusunda görev dağılımı yapınız ve araştırmalarınızı tamamlayınız.
4. Yaptığınız araştırmalar ışığında rüzgârlı havalarda çatıların uçmasını engellemek için alınması gereken tedbirleri tartışınız.
5. Tartışmalarınızın sonuçlarını proje hâline getiriniz.
6. Proje için gerekli olan bütçe planlamasını yapınız.
7. Yapmış olduğunuz araştırmaları, bütçe giderlerini ve çözüm önerilerini rapor hâline getiriniz.
8. Projenizi tanıtmak için broşür, poster ve bilgisayar sunumu hazırlayınız.
9. Yapılan araştırmaları ve çalışmaları belirtilen tarihte bir rapor hâlinde veya bilgisayar sunumu ile sınıf ortamında arkadaşlarınız ve öğretmeninizle paylaşınız. Yaptığınız çalışmaların ne oranda gerçekleşebileceğini belirterek bir değerlendirme yapınız.

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

yüksekliği	hızı	yüzey alanı
ağırlığına	basıncın	manometre
askıda	sıvı	kapta
batimetre	azalır	kaldırma kuvveti

1. Bir yüzeye etki eden basınç, basınç kuvvetiyle doğru orantılı .... ile ters orantılıdır.
2. Maddenin .... hâli, üzerine etki eden basıncın büyüklüğünü değiştirmeden her doğrultu ve yönde iletir.
3. Kapalı bir kap içerisindeki gazın basıncı .... ile ölçülür.
4. Deniz seviyesinden yukarı çıkıldıkça açık hava basıncının değeri ....
5. Deniz altında bulunan bir noktanın derinliği .... ile ölçülür.
6. Altimetreler deniz seviyesine göre .... gösteren aletlerdir.
7. Akışkanın kesitinin azaldığı yerde akışkanın .... artar.
8. Sıvıda yüzen bir cisme uygulanan kaldırma kuvveti cismin .... eşittir.
9. Bir cismin özkütlesi ile sıvının özkütlesi birbirine eşit ise cisim .... kalır.
10. Taşma seviyesine kadar su dolu olan bir kaba içinde boşluk bulunmayan demir bir bilye atılırsa .... ağırlaşma olur.
11. Bir cisim dinamometreye bağlanarak sıvıya daldırıldığında dinamometrenin havada gösterdiği değer .... kadar azalır.
12. Akışkanlar .... büyük olduğu yerden küçük olduğu yere doğru hareket eder.

B) Aşağıdaki soruların cevaplarını boş bırakılan alana yazınız.

13. Bir öğrenci, sıvı dolu bir kapta belirlediği bir noktanın sıvının açık yüzeyine olan uzaklığını ölçüyor. Ölçtüğü bu değeri sıvının yoğunluğu ve yer çekimi ivmesi ile çarparak bir fiziksel nicelik hesaplıyor. **Öğrenci hangi fiziksel niceliği hesaplamıştır?**

Cevap: ....

14. Torricelli, deniz kenarında 1 m yüksekliğindeki cam tüpe cıva doldurup ters çevirerek yine cıva dolu başka bir kaba daldırır. Böylelikle açık hava basıncını ölçer. **Torricelli'nin açık hava basıncını ölçtüğü bu alete ne ad verilir?**

Cevap: ....

15. **Kapalı bir kaptaki gazın sıcaklığı ve kütlesi sabit kalmak şartıyla gazın basıncı hangi fiziksel niceliğin artmasıyla azalır?**

Cevap: ....

16. Özdeş ve türdeş iki cisim yoğunlukları farklı iki sıvı içine bırakıldığında cisimlerden birinin yüzdüğü diğerinin askıda kaldığı görülüyor. **Cisimlere etki eden kaldırma kuvvetini bulmak için cisimlerin hangi fiziksel niceliğini bilmek gerekli ve yeterlidir?**

Cevap: ....

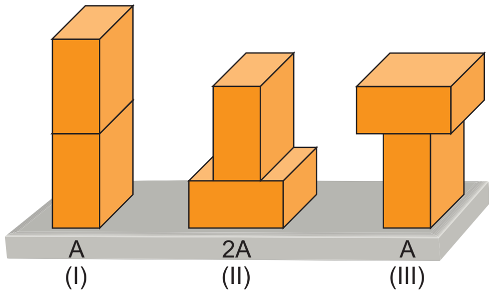
17. Yağmurlu ve rüzgârlı havalarda şemsiyenin ters dönmesi, uçakların havalanmasını kolaylaştırmak için kanatlarının tasarlanması ve damardaki kan basıncının yükselmesi gibi olaylar akışkan hızı ile basıncı arasında bir ilişki olduğunu gösterir.

Bu ilişki hangi ilkeyle açıklanır?

Cevap: ....

C) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

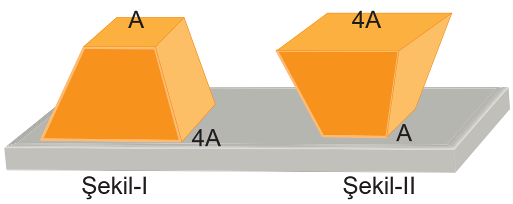
18. Özdeş iki tuğla üç ayrı şekilde üst üste konulduğunda zemine yaptığı basınçlar tuğlalar I konumundayken P_1, II konumundayken P_2, III konumundayken P_3 oluyor.



Buna göre P_1, P_2 ve P_3 arasındaki ilişki nedir?

A) $P_1 = P_2 = P_3$
B) $P_1 > P_3 > P_2$
C) $P_3 > P_1 = P_2$
D) $P_1 = P_3 > P_2$
E) $P_3 > P_1 > P_2$

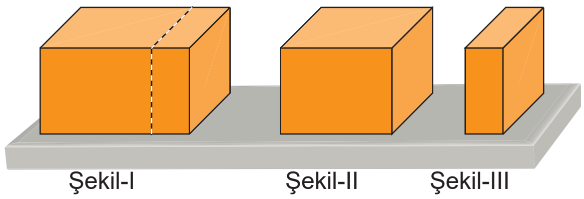
19. Bir cisim Şekil-I'deki gibi alanı 4A olan yüzeyi üzerindeyken zemine yaptığı basınç P, basınç kuvveti F oluyor.



Cisim Şekil-II'deki gibi alanı A olan yüzeyi üzerine konulursa P ve F için ne söylenebilir?

	P	F
A)	Artar.	Azalır.
B)	Artar.	Değişmez.
C)	Değişmez.	Artar.
D)	Azalır.	Değişmez.
E)	Artar.	Artar.

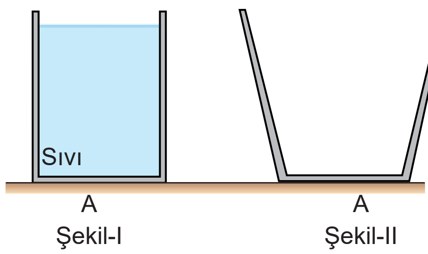
20. Şekil-I'deki katı cismin zemine uyguladığı basınç P'dir. Cisim düşey doğrultuda kesilerek iki parçaya ayrıldığında Şekil-II'deki parçanın zemine uyguladığı basınç P_1, Şekil-III'teki parçanın zemine uyguladığı basınç P_2 oluyor.



Buna göre P, P_1 ve P_2 arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

A) $P = P_1 = P_2$
B) $P > P_1 > P_2$
C) $P_2 > P_1 > P$
D) $P > P_1 = P_2$
E) $P_1 > P > P_2$

21. Şekil-I'deki kapta bir miktar sıvı varken kabın tabanına etki eden sıvı basıncı P, sıvı basınç kuvveti F oluyor. Sıvının tamamı Şekil-II'deki gibi boş kaba boşaltılıyor.



Buna göre Şekil-II'deki kap için

I. Tabandaki sıvı basıncı P'den küçüktür.

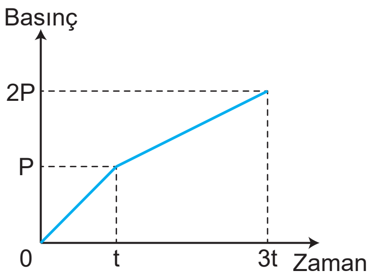
II. Kabın tabanındaki sıvı basınç kuvveti F kadardır.

III. Kabın tabanındaki sıvı basınç kuvveti F'den küçüktür.

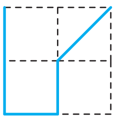
ifadelerinden hangileri doğrudur?

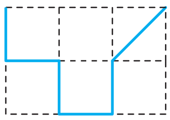
A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I ve III

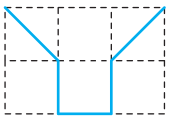
22. Boş bir kap sabit debili musluk ile doldurulurken basıncın zamanla değişim grafiği şekildeki gibidir.

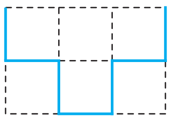


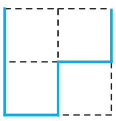
Buna göre kap aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A) 

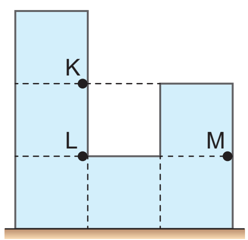
B) 

C) 

D) 

E) 

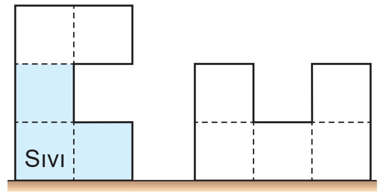
23. Eşit hacim bölmeli kap şekildeki gibi sıvı dolu iken K noktasına P_K, L noktasına P_L, M noktasına P_M sıvı basıncı etki ediyor.



Buna göre P_K, P_L ve P_M arasındaki ilişki nedir?

A) $P_L = P_K = P_M$
B) $P_L = P_M > P_K$
C) $P_K > P_L > P_M$
D) $P_L > P_K = P_M$
E) $P_L > P_K > P_M$

24. Eşit hacim bölmeli kapta bir miktar sıvı bulunmaktadır. Kap Şekil-I'deki konumda iken kabın tabanına etki eden sıvı basıncı P'dir.

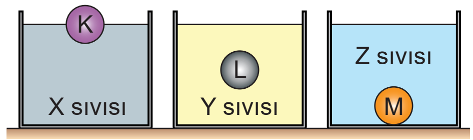


Şekil-I Şekil-II

Buna göre kap Şekil-II'deki konuma getirilirse kabın tabanına etki eden sıvı basıncı kaç P olur?

A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 3

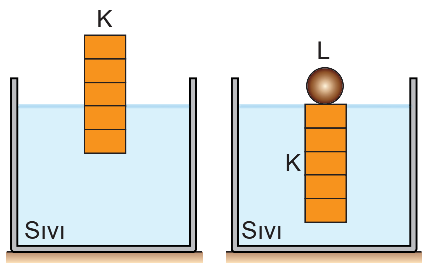
25. Eşit kütleli K, L ve M cisimleri X, Y ve Z sıvıları içinde şekildeki gibi dengededir.



Buna göre sıvılar tarafından cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetleri F_K, F_L ve F_M ise bu kuvvetler arasındaki büyüklük ilişkisi nasıldır?

A) $F_K > F_L > F_M$
B) $F_K = F_L > F_M$
C) $F_L > F_K = F_M$
D) $F_M > F_K > F_L$
E) $F_K > F_L = F_M$

26. Eşit hacim bölmeli G ağırlıklı K cismi sıvı içerisinde Şekil-I'deki gibi dengededir.



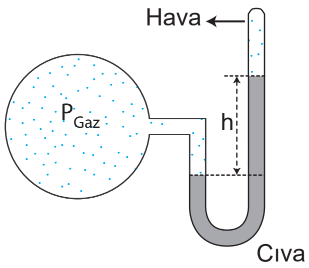
Şekil-I Şekil-II

K cisminin üzerine L cismi konulduğunda cisimler Şekil-II'deki gibi dengeye geldiğine göre L cisminin ağırlığı kaç G'dir?

A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) 2

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

27. Şekildeki gibi kapalı uçlu manometrede gaz, cıva ve hava dengededir. Manometredeki gazın sıcaklığı artırılıyor.



Buna göre

I. Manometredeki gazın basıncı artar.

II. Cıva düzeyi arasındaki fark artar.

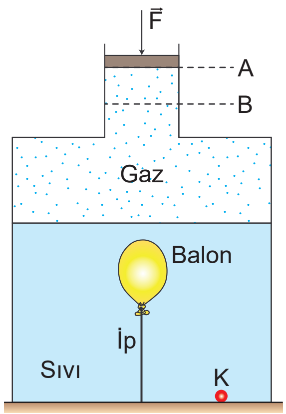
III. Borudaki hava basıncı artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

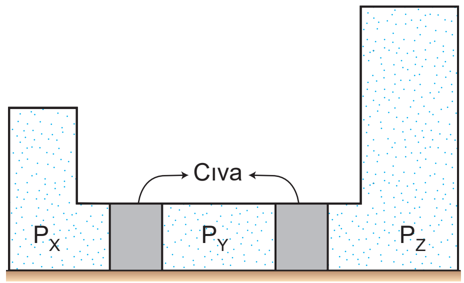
28. Şekildeki kapta piston A seviyesindeyken sıvının üzerindeki gazın basıncı P_{Gaz}, esnek balonunun hacmi V ve kap tabanındaki sıvı basıncı $P_{Sıvı}$ dır.



Piston $\vec{F}$ kuvveti ile A seviyesinden B seviyesine getirildiğinde P_{Gaz}, V, $P_{Sıvı}$ için ne söylenebilir?

	P_{Gaz}	V	$P_{Sıvı}$
A)	Artar.	Artar.	Azalır.
B)	Azalır.	Azalır.	Artar.
C)	Artar.	Azalır.	Azalır.
D)	Azalır.	Artar.	Artar.
E)	Artar.	Azalır.	Artar.

29. Düşey kesiti verilen kapta cıva ve basınçları P_X, P_Y ve P_Z olan X, Y ve Z gazları dengededir.



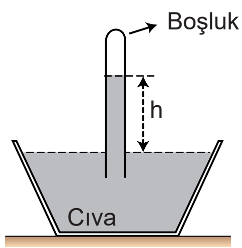
Buna göre basınçlar arasındaki ilişki nedir?

A) $P_Y > P_X > P_Z$ B) $P_X = P_Y = P_Z$

C) $P_Z > P_X = P_Y$ D) $P_Y > P_Z > P_X$

E) $P_X > P_Y = P_Z$

30. Açık hava basıncının P_0 olduğu ortama bırakılan barometrede cam tüpte cıva yüksekliği h oluyor.



Buna göre h'nin yüksekliği

I. Açık hava basıncı

II. Borunun kesit alanı

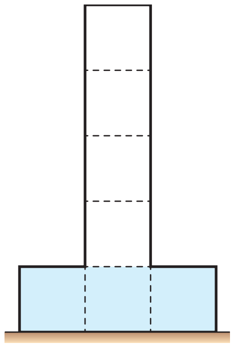
III. Yer çekimi ivmesi

ifadelerinden hangilerine bağlı değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) II ve III

D) I ve III E) I ve II

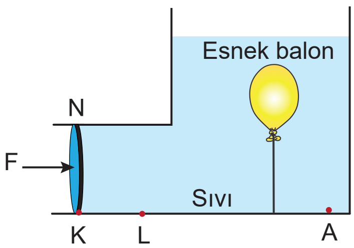
31. Eşit hacim bölmeli kapalı kapta bir miktar sıvı vardır. Kap şekildeki konumda iken kabın tabanına etki eden sıvı basıncı P ve sıvı basınç kuvveti F'dir.



Kap ters çevrilirse P ve F için ne söylenebilir?

	P	F
A)	Artar.	Artar.
B)	Azalır.	Artar.
C)	Artar.	Azalır.
D)	Değişmez.	Değişmez.
E)	Artar.	Değişmez.

32. F kuvvetiyle sistem dengededir.



F kuvvetiyle piston K noktasından L noktasına getirilirse

I. Esnek balonun bağlı olduğu ipin gerilmesi azalır.

II. A noktasındaki toplam basınç artar.

III. Esnek balonun hacmi artar.

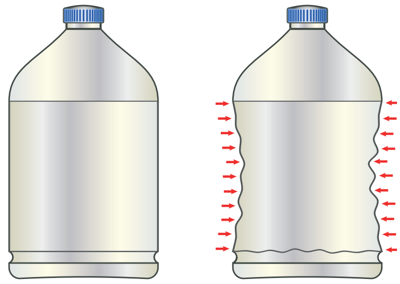
ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

D) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

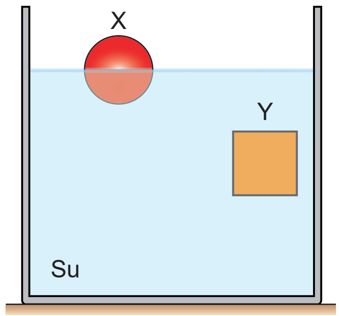
33. Bir dağcı dağın zirvesindeyken içi boş pet şişeyi çantasına koyuyor. Dağdan indikten sonra çantasından çıkarttığı pet şişenin büzüştüğünü gözlemliyor.



Bunun nedenini açıklayınız?

Çözüm

34. X ve Y cisimlerinin su içerisindeki denge durumu şekildeki gibidir. Suya bir miktar tuz katılıp karıştırılıyor.



Buna göre

I. Y cismi su-tuz karışımında yüzer.

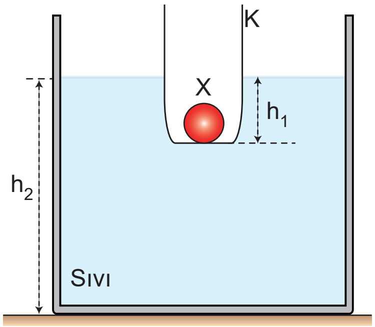
II. X cisminin batan hacmi azalır.

III. X ve Y cismine etki eden kaldırma kuvveti değişmez.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

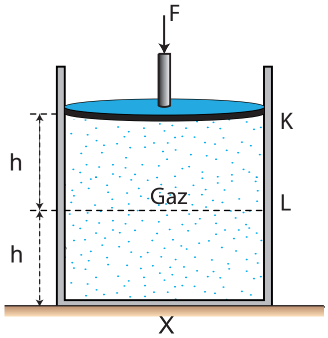
35. K kabındaki X cisminin denge durumu şekildeki gibidir. X cisminin özkütlesi sıvının özkütlesinden küçüktür.



Buna göre X cismi kaptan çıkarılıp sıvıya bırakılırsa h_1 ve h_2 nasıl değişir?

Çözüm

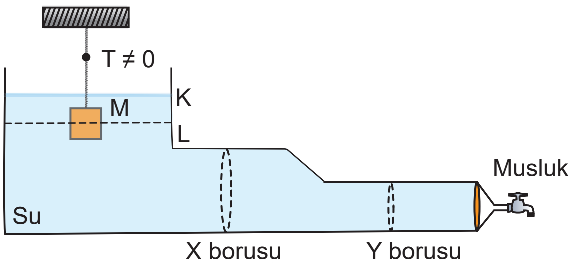
37. X kabındaki gaz, F kuvvetiyle şekildeki gibi dengededir. Piston şekildeki konumda dengedeyken gazın basıncı P'dir.



Piston K seviyesinden L seviyesine itilirse gazın basıncı kaç P olur?

Çözüm

36. X cismi şekildeki gibi dengedeyken ipte oluşan gerilme sıfırdan farklıdır. Musluk açılıp su düzeyi K seviyesinden L seviyesine geldiğinde musluk kapatılıyor.



Buna göre

I. T ip gerilmesi artar.

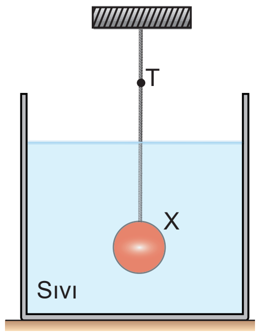
II. X ve Y bölümlerinden geçerken suyun akış hızları eşittir.

III. M cisminin bağlı olduğu ip kesilirse X cismi suda batar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

38. Bir iple tavana bağlanmış özkütlesi d_X olan X cismi özkütlesi d olan sıvı içerisinde şekildeki gibi dengededir.



İpte T gerilme kuvveti oluştuğuna göre

I. $d_X > d$

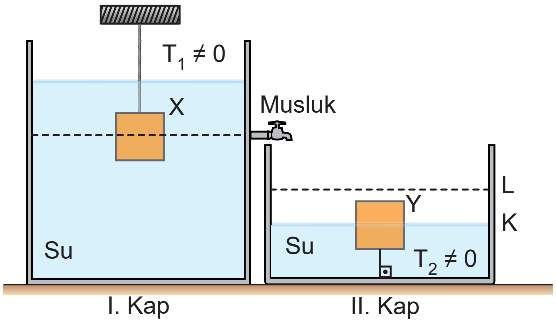
II. $d_X < d$

III. $d_X = d$

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

39. X ve Y cisimleri içinde su bulunan I ve II. kaplarda şekildeki gibi dengedeyken ipteki gerilme kuvvetleri sıfırdan farklı ve sırasıyla T_1 ve T_2 dir. I. kaptaki musluk açılıp su akışı tamamlandığında II. kaptaki su seviyesi K'den L'ye geliyor.



Buna göre

I. T_1 azalır.

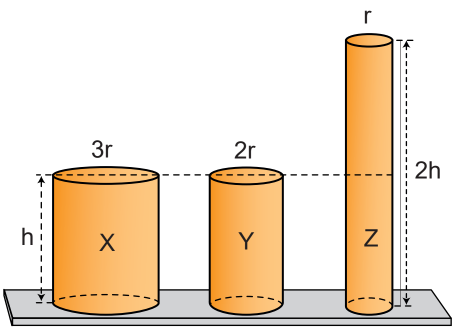
II. T_2 artar.

III. Y cismine etki eden kaldırma kuvveti artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm

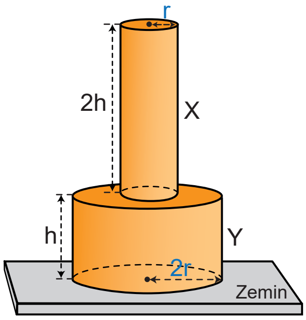
40. Aynı maddeden yapılmış X, Y ve Z silindirlerinin denge durumu şekildeki gibidir.



X, Y ve Z silindirlerinin yüzeye yaptığı basınçlar sırasıyla P_X, P_Y ve P_Z ise aralarındaki ilişki nedir?

Çözüm

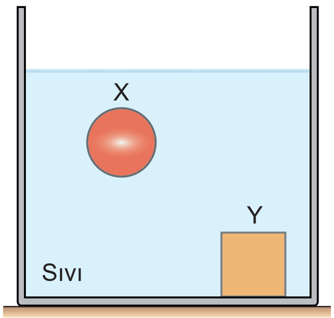
41. Şekildeki X silindirinin yarıçapı r, Y silindirinin yarıçapı 2r, X'in özkütlesi 2d ve Y'nin özkütlesi d'dir.



Buna göre X cisminin Y cismine yaptığı basınç P_X, Y cisminin zemine yaptığı toplam basınç P_Y olduğuna göre $\frac{P_X}{P_Y}$ oranını bulunuz?

Çözüm

42. X ve Y cisimlerinin hacimleri eşittir. Cisimlerin sıvıda denge durumları şekildeki gibidir.



Buna göre

I. X cisminin kütlesi Y cisminin kütlesinden küçüktür.

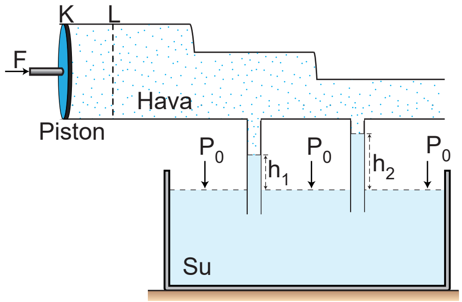
II. Y cisminin özkütlesi X cisminin özkütlesinden büyüktür.

III. X ve Y cisimlerine uygulanan kaldırma kuvvetleri eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm

43. Şekildeki düzenekte hava bulunan kapta sürtünmesiz piston K'den L'ye doğru F kuvvetiyle itilmektedir. Bunun sonucunda kollardaki su yükseklikleri h_1 ve h_2 olmaktadır.



$h_2 > h_1$ olmasının nedeni

I. Akışkanın hızının arttığı yerde basıncı azalır.

II. Sıvılar, üzerine etki eden basıncı iletir.

III. Akışkanın hızının arttığı yerde basıncı artar.

yargılarından hangileri ile açıklanabilir?

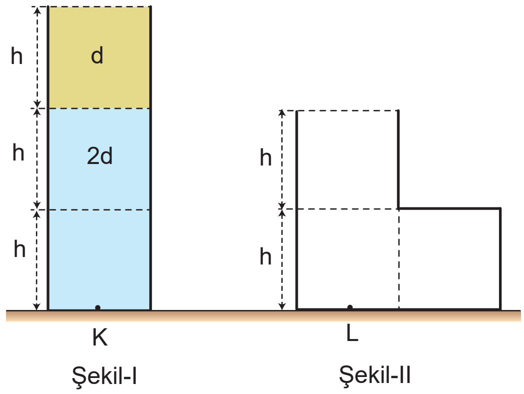
Çözüm

44. Mersin şehir merkezinde yaşayan Ahmet, ailesiyle birlikte bayram ziyareti için 1500 rakımlı Çamlıyayla'da yaşayan babaannesine gider. Ahmet'in annesi yaylada yemek pişirirken yemeğin pişme süresinin şehir merkezinde bulunan evlerindeki pişme süresinden daha uzun olduğunu fark edip bunun sebebini Ahmet'e sorar.

Ahmet'in bu soruya cevabı ne olabilir?

Çözüm

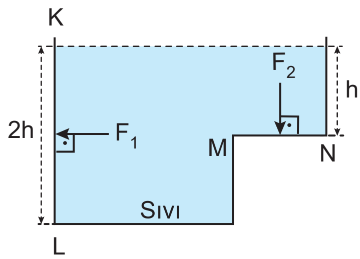
45. Eşit hacim bölmeli kaplardan Şekil-I'deki kapta d ve 2d özkütleli birbiriyle karışmayan sıvıların K noktasında oluşturduğu basınç P'dir.



Sıvılar Şekil-II'deki boş kaba boşaltılırsa L noktasındaki sıvı basıncı kaç P olur?

Çözüm

46. Yüzey alanı 3A olan K-L yüzeyine uygulanan sıvı basınç kuvveti F_1, yüzey alanı A olan M-N yüzeyine uygulanan basınç kuvveti F_2 olmaktadır.

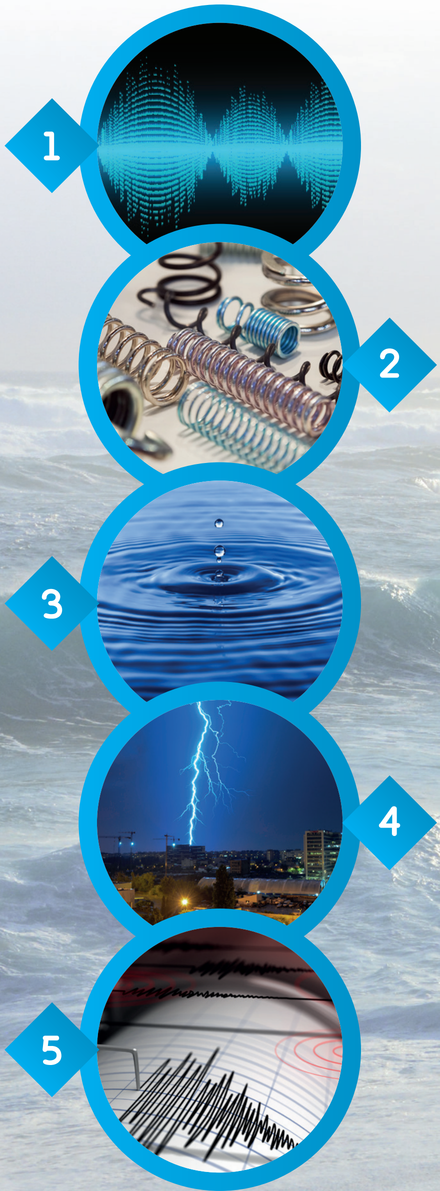


Buna göre basınç kuvvetlerinin oranı $\frac{F_1}{F_2}$ kaçtır?

Çözüm

3. ÜNİTE

DALGALAR



Bu ünitede dalga kavramı açıklanarak dalgalar, taşıdığı enerjiye ve titreşim doğrultusuna göre sınıflandırılacaktır.

Atma ve periyodik dalga arasındaki fark açıklanarak yaylarda atmanın yansıması ve iletilmesi analiz edilecektir.

Su dalgalarının ilerleme yönü, dalga tepesi ve dalga çukuru kavramları açıklanarak dairesel ve doğrusal su dalgalarının yansıma olayı incelenecektir.

Ortam derinliği ile su dalgalarının yayılma hızı ilişkilendirilip doğrusal su dalgalarının kırılma olayı analiz edilecektir.

Ses dalgaları ile ilgili temel kavramlar açıklanarak ses dalgalarının tıp, denizcilik, sanat ve coğrafya alanlarında kullanımına örnekler verilecektir.

Deprem dalgası tanımlanıp öğrencilerin deprem kaynaklı can ve mal kayıplarının en aza indirilmesi için çözüm önerileri geliştirmeleri sağlanacaktır.

1. BÖLÜM

DALGALAR

Konular

Anahtar Kavramlar

- Dalga
- Titreşim
- Dalga hareketi
- Dalga boyu
- Periyot
- Frekans
- Hız
- Genlik

- **Periyodik hareket nedir?**
- **Dalga hareketi sırasında ortamı oluşturan moleküller ne tür hareketler yapar?**

Bu bölümde dalgalar ile ilgili titreşim, dalga hareketi, dalga boyu, periyot, frekans, hız ve genlik kavramları açıklanacaktır.

Dalgalar taşıdığı enerjiye ve titreşim doğrultusuna göre sınıflandırılacak ve elektromanyetik dalga çeşitlerinin günlük hayattaki kullanım alanlarına örnekler verilecektir.

3.1.1. Titreşim, Dalga Hareketi, Dalga Boyu, Periyot, Frekans, Hız ve Genlik Kavramları

Bir gitarın (Görsel 3.1) teline vurulduğunda telin, bir yayın ucuna takılan cismin çekilip bırakıldığında cismin, bir davulun yüzeyine vurulduğunda (Görsel 3.2) yüzeyin ve bir arının kanatlarını çırpmasıyla kanatların yapmış olduğu hareket, titreşim hareketidir (Görsel 3.3).



Görsel 3.1: *Gitar*



Görsel 3.2: *Ramazan davulcusu*



Görsel 3.3: *Kanat çırpan arı*

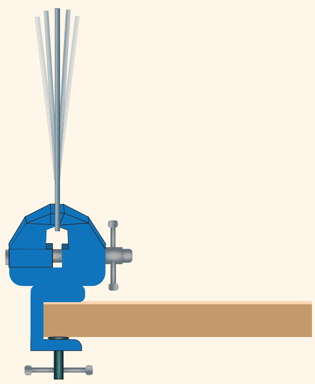
Titreşim hareketlerini açıklayabilmek için "Titreşim hareketi" deneyini yapınız.

DENEY

3.1. DENEY

Deneyin Adı	Titreşim hareketi
Deneyin Amacı	Titreşim hareketinin gözlemlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Cetvel • Mengene • Masa

Deneyin Yapılışı



1. Adım: Mengeneyi masaya sabitleyiniz.

2. Adım: Cetvelin bir ucunu şekildeki gibi mengeneye sıkıştırınız.

3. Adım: Cetvelin serbest ucunu yana doğru çekerek bırakınız ve cetvelin serbest ucunun yapmış olduğu hareketi gözlemleyiniz.

Sonuç ve Değerlendirme

Cetvelin yapmış olduğu hareketi yukarıdaki örneklerle karşılaştırınız.

"Titreşim hareketi" deneyinde cetvelin yaptığı hareket gibi cisimlerin sabit bir eksene göre tekrarlanan hareketlerine **titreşim hareketi** denir. Küçük ve hızlı salınıma **titreşim** denir.



Görsel 3.4: *Su yüzeyine dokundurulan parmağın oluşturduğu dalga*

Titreşim hareketi sırasında potansiyel enerjinin kinetik enerjiye, kinetik enerjinin potansiyel enerjiye dönüşümü süreç boyunca devam eder.

Titreşim hareketi, sonucunda esnek bir ortama aktarılan enerjinin bir noktadan başka bir noktaya iletilirken ortamda oluşturduğu şekil değişikliğine **dalga**, bu dalganın esnek ortamda yayılmasına ise **dalga hareketi** denir. Dalga hareketi sırasında esnek ortam molekülleri ilerlemez, sadece titreşir. Görsel 3.4'teki gibi su yüzeyine dokunulduğunda oluşan şekil değişikliği ortam boyunca iletilirken su molekülleri bir noktadan başka bir noktaya öteleme hareketi yapmaz.

Dalga hareketini ve dalga hareketinin temel kavramlarını açıklamak için "Dalga hareketi" etkinliğini yapınız.

ETKİNLİK

3.1. ETKİNLİK

Etkinliğin Adı	Dalga hareketi
Etkinliğin Amacı	Dalga hareketi, periyot, frekans, hız ve genlik kavramlarının açıklanmasının sağlanması
Kullanılan Malzemeler	Tablet veya etkileşimli tahta

Etkinliğin Hazırlanışı

1. Adım: Karekoddan yararlanarak simülasyona ulaşınız.

2. Adım: Simülasyonda "Amplitude"yi (Genlik) 1,25 cm "Frequency"ı (Frekans) 3.00 Hz'e getirerek kaynağı çalıştırınız. Ardışık iki yeşil boncuk arasındaki uzaklığı simülasyondaki cetvel yardımıyla ölçünüz. Aynı işlemi farklı ardışık iki yeşil boncuk için de yaparak ölçtüğünüz değerleri defterinize yazınız.

3. Adım: Simülasyondaki titreşim kaynağının tam bir titreşimi için geçen süreyi simülasyondaki kronometre ile ölçünüz. Sonucu defterinize yazınız.

4. Adım: Titreşim kaynağının belli bir süre içinde yaptığı titreşimleri sayınız. Kaynağın bir saniyede yaptığı titreşim sayısını bulunuz. Sonucu defterinize yazınız.

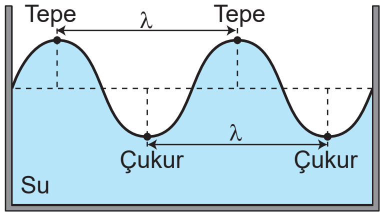
5. Adım: İlk dalganın mengeneye ulaşma süresini ve titreşim kaynağı ile mengene arasındaki uzaklığı ölçerek dalgaların bir saniyede aldığı yolu bulunuz.

6. Adım: Titreşim kaynağının denge konumuna olan uzaklığını yavaş yavaş artırarak oluşturulan dalgalardaki değişimi gözlemleyiniz.

Etkinliğin Sonuçlandırılması

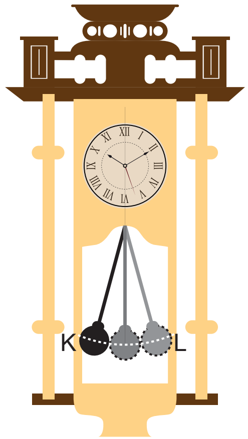
1. Titreşim kaynağının denge konumuna olan uzaklığını artırdığınızda, ilk oluşturduğunuz dalgaların denge konumuna olan yüksekliğiyle son oluşturduğunuz dalgaların denge konumuna olan yüksekliğini karşılaştırınız.
2. Etkinliğin 3 ve 4. adımlarında bulduğunuz sonuçları inceleyiniz. Bu sonuçlar arasındaki matematiksel modeli oluşturunuz.

"Dalga hareketi" etkinliğinde görüldüğü gibi oluşturulan periyodik dalgalar üzerindeki ardışık iki dalga tepesi ya da iki dalga çukuru arasındaki uzaklığa **dalga boyu** denir. Dalga boyu λ (lamda) sembolüyle gösterilir. SI'da birimi metredir. Dalga üzerindeki en yüksek noktaya **dalga tepesi**, en alttaki noktaya da **dalga çukuru** denir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: *Su yüzeyinde dalga hareketi*

Bir hareketin eşit zaman aralıklarında kendini tekrar etmesiyle gerçekleşen hareketlere **periyodik hareket** denir. Titreşim hareketleri periyodik hareketlerdir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: *Sarkaçlı saat*

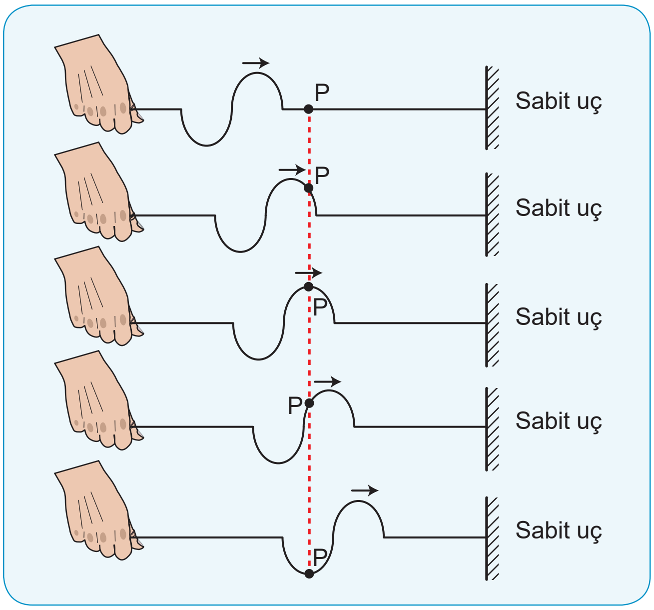
Titreşen bir dalga kaynağının bir tam titreşimi için geçen süreye **periyot** denir. Periyot T sembolüyle gösterilir. SI'da birimi saniyedir (s). Kaynağın her tam titreşiminde bir tam dalga oluştuğu için dalgaların periyodu kaynağın periyoduna eşittir.

Periyodik hareket yapan cisimlerin birim zamandaki titreşim sayısına **frekans** denir. Frekans f sembolüyle gösterilir. SI'da birimi Hertz'dir (Hz), s^{-1} ile de gösterilir. Dalga kaynağının frekansı, oluşturulan periyodik dalgaların frekansına eşittir. Bu nedenle frekans sadece dalga kaynağına bağlıdır. Kaynağın ayarı değiştirilmediği sürece oluşan dalganın frekansı da değişmez.

Periyot ve frekans kavramlarının tanımlarından ve "Dalga hareketi" etkinliğinin 3 ve 4. adımlarında elde edilen verilerden hareketle bu iki kavramın matematiksel olarak birbirinin tersine eşit olduğu görülür. Buradan

$T \cdot f = 1$ bağıntısı elde edilir.

Dalga hareketi sırasında ortam molekülleri ilerlemez, sadece titreşir. Şekil 3.3'te oluşturulan dalga ilerlerken esnek ortam üzerinde seçilen bir P noktasının sadece titreşim hareketi yaptığı görülmektedir.



Şekil 3.3: *Oluşturulan bir dalganın ilerlemesi sırasında ortam üzerindeki P noktasının hareketi*

Dalgaların bir noktadan başka bir noktaya iletilmesi, bir ilerleme hızına sahip olduğunu gösterir. Esnek bir ortamda oluşturulan dalgaların birim zamanda aldığı yola **dalganın ilerleme hızı** denir. Dalganın ilerleme hızının büyüklüğü ϑ sembolüyle gösterilir. SI'da birimi $\frac{m}{s}$ dir.

Dalgaların ilerleme hızı, yayıldığı ortamın fiziksel özelliklerine bağlıdır. Ortam özellikleri değişmediği sürece dalganın ilerleme hızı değişmez.

Periyot, frekans ve dalganın ilerleme hızı kavramlarından yola çıkılarak dalga boyu, "Dalganın bir periyotluk sürede aldığı yoldur." şeklinde de tanımlanabilir. Düzgün doğrusal hareket yapan cisimlerin konum denkleminde ($x = \vartheta \cdot t$) zamanın yerine dalganın periyodu yazılırsa dalganın bir periyotluk sürede aldığı yolu veren ifade bulunur. Böylece

$\lambda = \vartheta \cdot T$ ifadesi elde edilir.

Periyot ile frekans arasındaki ilişki $T \cdot f = 1$ olduğuna göre

$\lambda = \frac{\vartheta}{f}$ bağıntısına ulaşılır.

Dalga boyunun dalganın ilerleme hızına ve frekansına bağlı olduğu görülür. Fiziksel özellikleri her yerinde aynı olan esnek bir ortamda oluşturulan dalgaların frekansı artırıldıkça dalga boyu azalır.

Okyanus, deniz ve göllerde meydana gelen su dalgalarının kıyılara çarpması sonucunda kıyılarda aşınmaya sebep olması (Görsel 3.5) ve böbrekte oluşan taşın yüksek frekanslı ses dalgalarıyla kırılması (Görsel 3.6) gibi olaylar dalgaların bir enerjiye sahip olduğunun göstergesi midir?



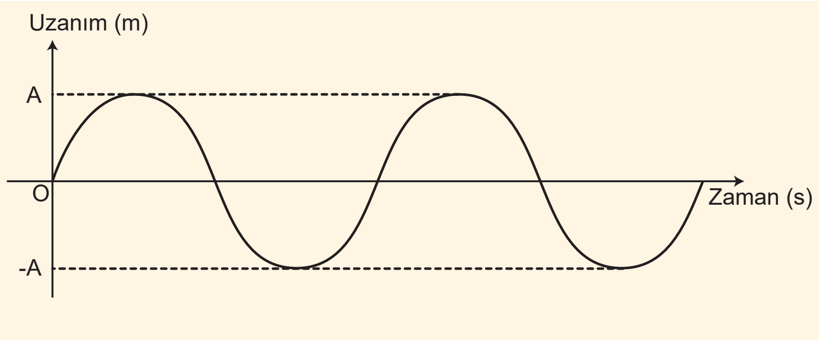
Görsel 3.5: *Su dalgalarının kıyıları aşındırmasıyla oluşan falezler*



Görsel 3.6: *Böbrek taşı kırma cihazı*

Türü ne olursa olsun her dalganın enerji taşıdığı, dalga hareketinin de bir enerji aktarımı olduğu anlaşılmaktadır. Dalgaların sahip olduğu enerjinin bir ölçüsü de dalganın genliğidir. Dalganın herhangi bir anda titreşim doğrultusu üzerinde bulunduğu konuma **uzanım** (x) denir.

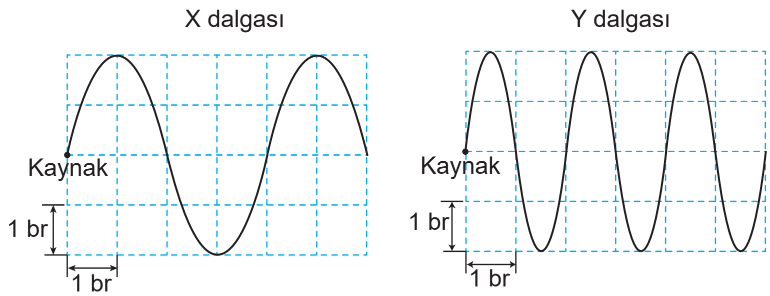
Maksimum uzanım miktarına da **genlik** denir. Genlik A sembolüyle gösterilir (Şekil 3.4). SI'da birimi metredir. Fiziksel özellikleri değişmeyen bir ortamda dalganın genliği artırıldıkça enerjisi de artar.



Şekil 3.4: *Uzanımın zamana bağlı değişim grafiği*

Örnek

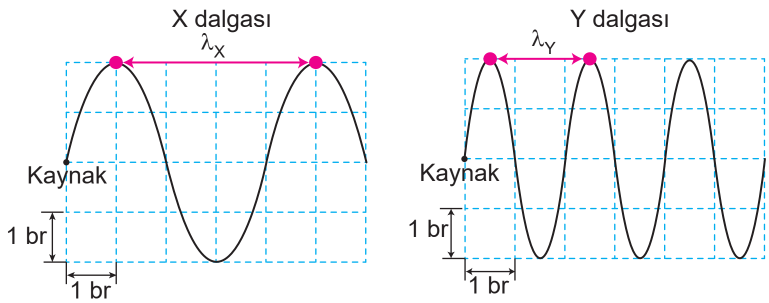
Özelliği değişmeyen ortamlarda oluşturulan X ve Y dalgalarının bir anlık görünümü şekildeki gibidir.



X ve Y dalgalarının dalga boyları λ_X ve λ_Y olduğuna göre $\frac{\lambda_X}{\lambda_Y}$ oranı kaçtır?

Çözüm

Ardışık iki dalga tepesi veya iki dalga çukuru arası mesafe dalga boyudur.



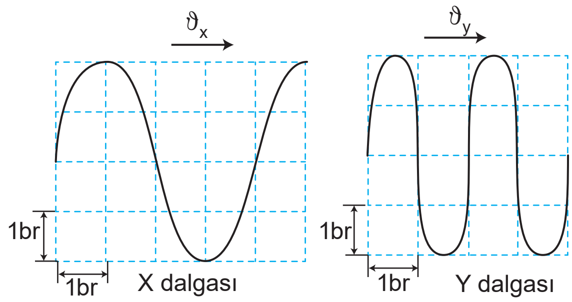
$\lambda_X = 4$ br

$\lambda_Y = 2$ br

olduğundan $\frac{\lambda_X}{\lambda_Y} = 2$ bulunur.

Sıra Sizde - 1

Aynı ortamda ilerleyen aynı cins X ve Y dalgalarının bir anlık görünümü şekildeki gibidir.



Buna göre

I. Dalgaların hızları eşittir.

II. Y dalgasını oluşturan dalga kaynağının frekansı X dalgasını oluşturan kaynağın frekansından büyüktür.

III. X ve Y dalgalarının genliği eşittir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

Sıra Sizde - 2

Bazı cisimlerin yapmış olduğu hareketler aşağıdaki gibidir.

I. Rüzgârlı bir günde sallanan yaprak

II. Gitar telinden çıkan ses

III. Çırpılan kilim

IV. Sallanan salıncak

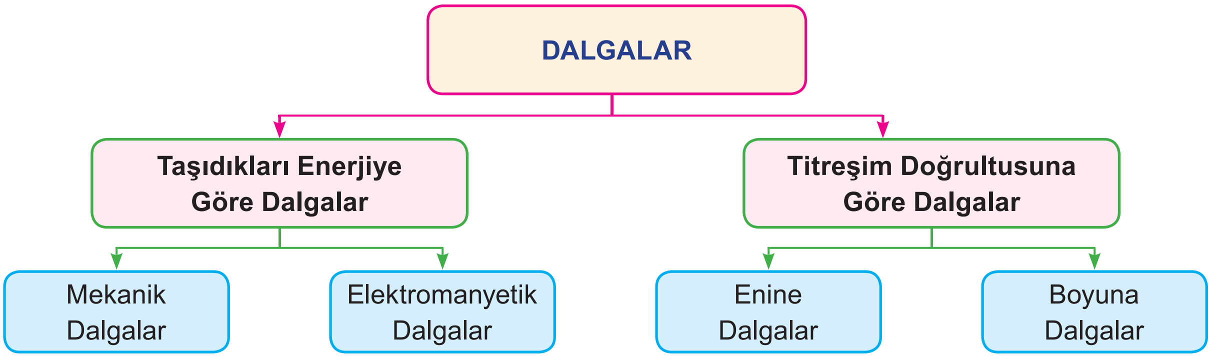
Bu cisimlerin hareketlerini titreşim ya da dalga hareketi olarak gruplandırınız.

Çözüm

Titreşim hareketi	
Dalga hareketi	

3.1.2. Dalgaların Taşıdığı Enerjiye ve Titreşim Doğrultusuna Göre Sınıflandırılması

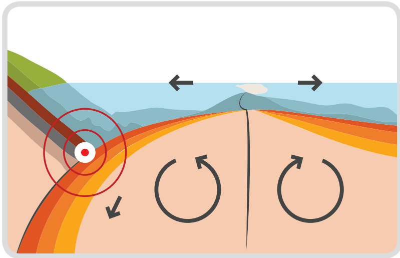
Dalgalar, fiziksel özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:



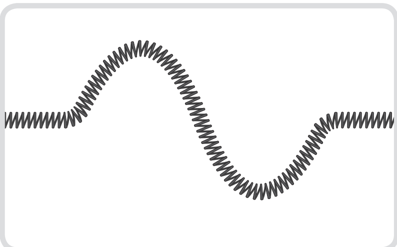
1. Taşıdıkları Enerjiye Göre Dalgalar

a) Mekanik Dalgalar

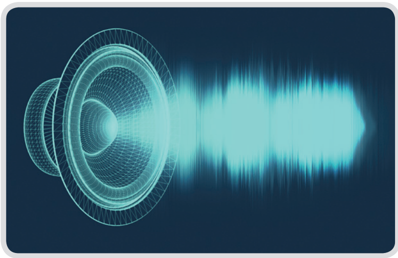
Bir kaynağın titreştirilmesi sonucunda ortamdaki şekil değişikliğinin ortam boyunca aktarılmasıyla oluşan dalgalara **mekanik dalgalar** denir. Mekanik dalgaların ilerleyebilmesi için maddesel bir ortama ihtiyaç vardır. Deprem (Şekil 3.5), yay (Şekil 3.6), ses (Şekil 3.7) ve su dalgaları (Görsel 3.7) mekanik dalgalardır.



Şekil 3.5: *Deprem dalgası*



Şekil 3.6: *Yay dalgası*



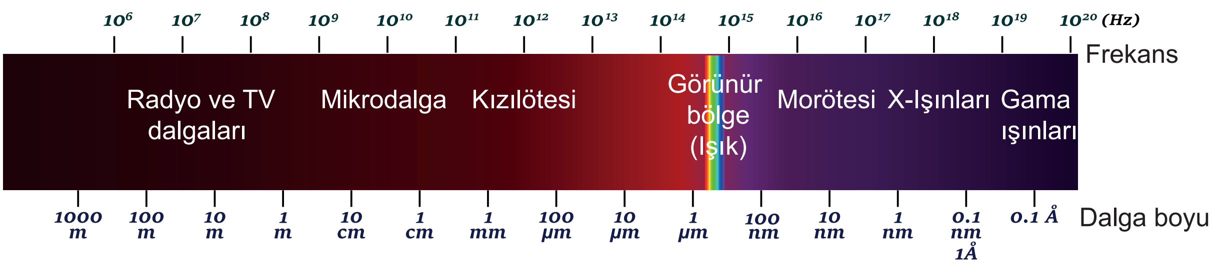
Şekil 3.7: *Ses dalgası*



Görsel 3.7: *Su dalgaları*

b) Elektromanyetik Dalgalar

Yüklü parçacıkların ivmeli hareketleri sonucunda oluşan ve mekanik dalgalardan farklı olarak boşlukta ilerleyebilen dalgalara **elektromanyetik dalgalar** denir. Elektromanyetik dalgalar, enerjilerine göre düşükten yükseğe doğru; radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışınlar, görünür ışık, morötesi ışınlar, X-ışınları ve gama ışınları şeklindedir. Elektromanyetik dalgaların enerjilerine göre sıralandıkları çizelgeye **elektromanyetik dalga spektrumu** denir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: *Elektromanyetik dalga spektrumu*



Görsel 3.8: *Radyo dalga vericisi*

Radyo Dalgaları

Radyo ve TV dalga vericileri tarafından yayılan dalgalar, radyolarda sese, televizyonlarda ise ses ve görüntüye dönüştürülür (Görsel 3.8).

Mikrodalgalar

Mikrodalgalar radar sistemlerinde, uzun mesafeli bilgi aktarımında ve mikrodalga fırınlarda kullanılır (Görsel 3.9).



Görsel 3.9: *Mikrodalga fırın*

Kızılötesi Işınlar

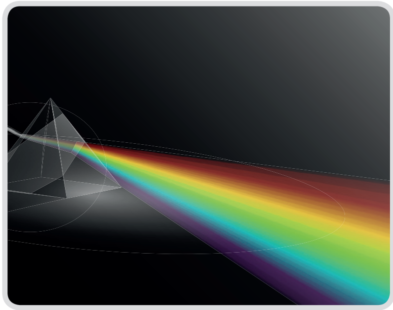
Kızılötesi ışınlar, hastalıkların tespitinde ve termal kameralarda kullanılır (Görsel 3.10).

Görünür Işık

Görünür ışık, insan gözü tarafından algılanabilen elektromanyetik dalgalardır. Beyaz ışık, prizmaya düşürüldüğünde kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor ışık renklerine ayrılır (Görsel 3.11). Bu renkler insan gözü tarafından görülür.



Görsel 3.10: *Termal kamera*



Görsel 3.11: *Beyaz ışığın prizmada renklere ayrılması*



Görsel 3.12: *Tıbbi malzeme sterilizasyon cihazı*

Morötesi (Ultraviyole) Işınlar

Morötesi ışınların kaynağı genellikle Güneş'tir. Güneş ışınlarının kemik gelişimi için gerekli olan D vitamininin ciltteki üretiminde önemli bir yeri vardır. Ancak morötesi ışınların cilt kanserine sebep olabileceği de göz ardı edilmemelidir. Morötesi dalgalar sterilizasyon işlemlerinde kullanılır (Görsel 3.12).

X-Işınları

X-ışınları; tıp alanında nükleer görüntüleme sistemlerinde ve endüstride geniş kullanım alanına sahiptir. Tıpta teşhis ve tedavi amacıyla röntgen çekimlerinde (Görsel 3.13) ve bilgisayarlı tomografide kullanılır. Hastanelerde bu cihazların bulunduğu odaların kapısında radyasyon uyarı işareti bulunur (Görsel 3.14). X-ray (X-rey) cihazlarının çalışması, nesnelerin sabit bir X-ışını kaynağından geçirilerek içeriklerinin tespiti şeklindedir.



Görsel 3.13: *Röntgen filmi*



Görsel 3.14: *İyonlaştırıcı radyasyon uyarı sembolü*

Gama Işınları

Gama ışınları, radyoaktif bozunmalar veya nükleer patlamalar (Görsel 3.15) sonucu oluşmaktadır. Gama ışınları kanserli hücreleri yok etmek için tedavi amaçlı kullanılmaktadır.



Görsel 3.15: *Nükleer patlama*

2. Titreşim Doğrultusuna Göre Dalgalar

a) Enine Dalgalar

Ortamdaki taneciklerin titreşim doğrultusu ilerleme doğrultusuna dik olan dalgalara **enine dalga** denir. Elektromanyetik dalgalar, enine dalgalardır.

b) Boyuna Dalgalar

Ortamdaki taneciklerin titreşim doğrultusu ilerleme doğrultusuyla aynı olan dalgalara **boyuna dalga** denir. Ses, boyuna dalgadır.

Yay ve su dalgaları hem enine hem boyuna titreşen dalgalar sınıfında yer alırken deprem dalgalarının bazıları enine bazıları da boyuna dalgalar şeklinde sınıflandırılır.

Sıra Sizde - 3

Aşağıdaki dalga çeşitlerinden hangisi sadece enine dalgadır?

A) Su dalgası B) Deprem dalgası C) Ses dalgası

D) Yay dalgası E) Elektromanyetik dalga

Çözüm

Sıra Sizde - 4

Aşağıdaki tabloda bulunan dalga çeşitlerini taşıdığı enerjiye ve titreşim doğrultusuna göre kutucuklara "✓" işareti yaparak sınıflandırınız.

	Taşıdığı Enerjiye Göre		Titreşim Doğrultusuna Göre	
Dalga Türleri	Mekanik Dalga	Elektromanyetik Dalga	Enine Dalga	Boyuna Dalga
Ses Dalgası				
Yay Dalgası				
X-Işınları				
Deprem Dalgası				
Kızılötesi Işınlar				
Radyo Dalgaları				
Su Dalgası				

2. BÖLÜM

YAY DALGASI

Konular

3.2.1. Atma ve Periyodik Dalga Oluşumu Arasındaki Fark

3.2.2. Yaylarda Atmanın Yansıması ve İletilmesi

Anahtar Kavramlar

- Atma



- **Bir ucu duvara bağlanmış ipin diğer ucu aşağı ve yukarı hareket ettirildiğinde ipte nasıl bir şekil değişikliği olur?**
- **Giderek kalınlaşan bir yay üzerinde oluşturulan dalgaların hızı nasıl değişir?**

Bu bölümde atma kavramının ne olduğu ve neden oluşturulduğu açıklanarak atma ve periyodik dalgalar incelenecektir.

Gergin bir yayda oluşturulan atmanın ilerleme hızının bağlı olduğu değişkenler açıklanacaktır.

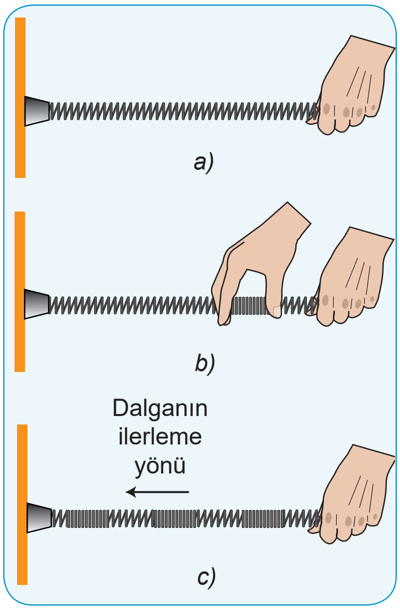
Atmaların yansıması ve iletilmesi üzerinde durulacaktır.

3.2.1. Atma ve Periyodik Dalga Oluşumu Arasındaki Fark

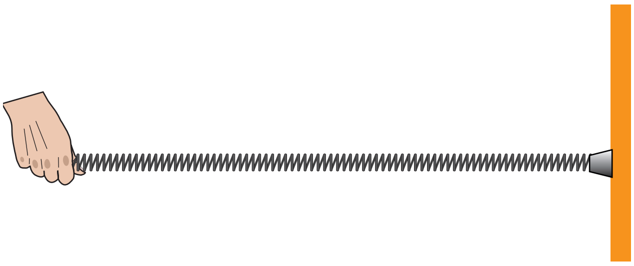
Yay dalgaları, dalgaların sınıflandırılmasında hem enine hem de boyuna dalgalar sınıfında yer alır. Sarmal bir yayda oluşturulan dalgaların enine ya da boyuna dalga olması, dalga kaynağının çalışma şekline bağlı olarak değişir.

Sarmal bir yayda boyuna dalga oluşturulması Şekil 3.9'da basamaklar hâlinde verilmiştir. Üretilen bir dalganın yayda ilerleyebilmesi için yaya bir kuvvet uygulanarak yayın gerilmesi gerekir (Şekil 3.9: a). Gerilmiş yay üzerindeki tellerin bir kısmı belirli zaman aralıklarında sıkıştırılıp bırakıldıktan sonra (Şekil 3.9: b) yayda ilerleme doğrultusunda titreşim hareketi yapan bölgeler oluşur (Şekil 3.9: c). Bu şekilde oluşan dalgalar, boyuna dalgalardır.

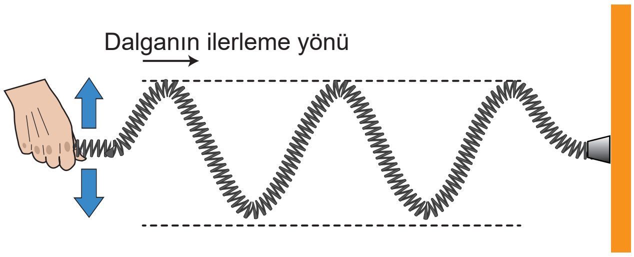
Yayda oluşturulan dalgaların ilerleyebilmesi için; yay gerilerek (Şekil 3.10) yayın diğer ucu yay doğrultusuna dik olacak şekilde, yukarı aşağı hareket ettirildiğinde, dalgaların ilerleme doğrultusuyla yayı oluşturan halkaların titreşim doğrultuları birbirine dik olur (Şekil 3.11). Sarmal yayda bu şekilde oluşturulan dalgalar, enine dalgalardır.



Şekil 3.9: *a, b, c) Sarmal yayda boyuna dalga üretilmesi*

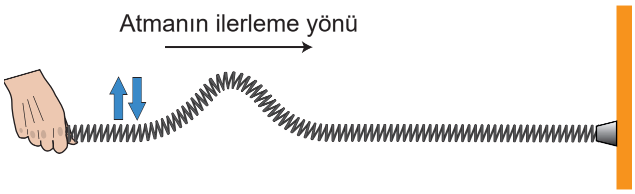


Şekil 3.10: *Gerilmiş yay*



Şekil 3.11: *Gerilmiş yay üzerinde periyodik olarak oluşturulmuş enine dalgalar*

Yayı gerdikten sonra yayı geren el; yay doğrultusuna dik olacak şekilde, sürekli, eşit zaman aralıklarında yukarı ve aşağı hareket ettirildiğinde yay üzerinde genlikleri ve dalga boyları eşit olan dalgalar oluşur. Bu dalgalara **periyodik dalga** denir. Şekil 3.11'de görülen enine dalgalar aynı zamanda periyodik dalgalardır. Yayı gerdikten sonra yayı geren el, yay doğrultusuna dik olacak şekilde anlık olarak yukarı kaldırılıp tekrar ilk konumuna geri getirildiğinde ise yay üzerinde bir dalga parçası oluşur. Anlık oluşturulan dalga parçasına **atma (puls)** denir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12: *Gerilmiş yay üzerinde oluşturulmuş atma*

Dalgalarda yansıma ve farklı bir ortama geçme olaylarının periyodik dalgalarda incelenmesi zordur. Dalgaların tamamının incelenmesi yerine bir dalga parçasının incelenmesi, dalgalarla ilgili özelliklerin anlaşılmasını kolaylaştırır. Bu nedenle atma, dalgaların özelliklerini incelemek için oluşturulur.

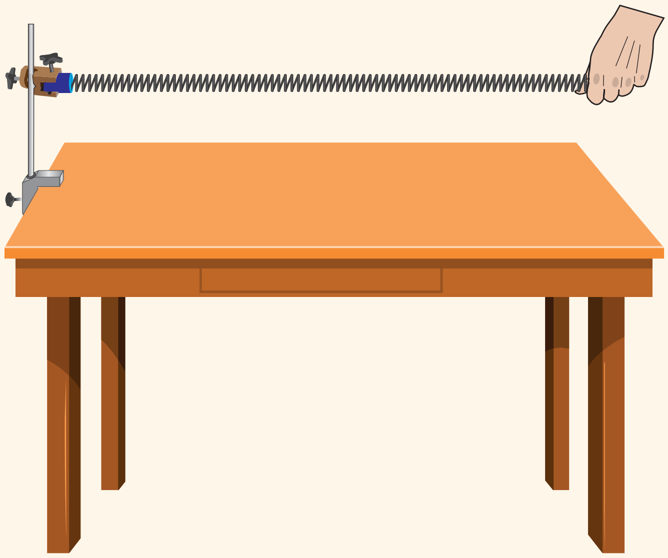
Atma ve periyodik dalgalar arasındaki farkları gözlemlemek için "Atma ve yay dalgaları" deneyini yapınız.

DENEY

3.2. DENEY

Deneyin Adı	Atma ve yay dalgaları
Deneyin Amacı	Atma ve periyodik dalga arasındaki farkın gözlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Sarmal yay • Masa kıskacı • Metal çubuk • İkili bağlama parçası

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



1. Adım: Masa kıskacını masaya sabitleyerek metal çubuğu kıskaca şekildeki gibi yerleştiriniz. İkili bağlama parçasını kullanarak yayın bir ucunu metal çubuk üzerine sabitleyiniz.

2. Adım: Masanın diğer tarafına geçip yayın boşta kalan ucunu elinizle çekerek yayı geriniz.

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Yayı gerdiğiniz elinizi yay doğrultusuna dik olacak şekilde birkaç kez yukarı aşağı hareket ettiriniz. Gözlemlediğiniz görüntüyü yandaki bölgeye çiziniz.

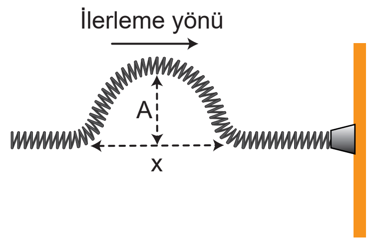
2. Adım: Yay hareketsiz durumda iken yayı gerdiğiniz elini-zi yay doğrultusuna dik olacak şekilde sadece bir kez yukarı kaldırıp ilk konumuna geri döndürünüz. Gözlemlediğiniz görüntüyü yandaki bölgeye çiziniz.

Sonuç ve Değerlendirme

1 ve 2. adımlarda yay üzerinde oluşan dalga şekilleri arasındaki farkı açıklayınız.

Atmalar, yaylar üzerinde oluşturulduğu gibi gergin bir ip veya bir tel üzerinde de oluşturulabilir.

Atma incelenirken bazı önemli büyüklüklerin göz önüne alınması gerekir (Şekil 3.13). Atmanın tepe veya çukur noktasının denge konumuna olan uzaklığına genlik (A) denir. Bir atmanın genliğinin artması enerjisini artırır. Atmanın başlangıç noktasıyla bitiş noktası arasındaki uzaklığa ise **atmanın genişliği** (x) denir. Genişlik, atmanın oluşturulma süresine ve hızına bağlıdır.

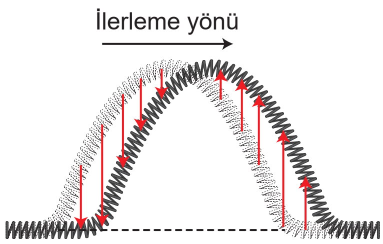


Şekil 3.13: *Atmadaki bazı fiziksel büyüklükler*

İdeal bir yayda sürtünmeler ihmal edildiğinde ilerleyen bir atmanın genliğinde ve genişliğinde değişme olmaz.

Atmanın ilerleme yönü biliniyorsa üzerindeki bir noktanın titreşim yönü, bulunabilir. Aynı şekilde atmanın üzerindeki bir noktanın titreşim yönü biliniyorsa ilerleme yönü de bulunabilir.

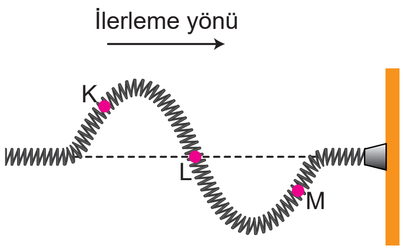
Atmanın üzerindeki bir noktanın titreşim yönü bulunurken bir süre sonraki konumu düşünülür (Şekil 3.14). Atmanın ön tarafında bulunan noktalar denge konumundan uzaklaşırken arka tarafında bulunan noktalar denge konumuna yaklaşır.



Şekil 3.14: *Atmanın ilerlemesi*

Örnek

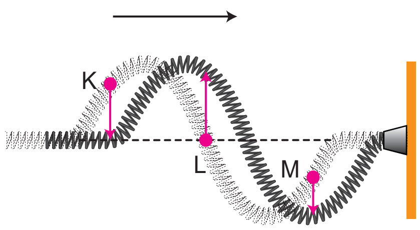
Gergin bir yay üzerinde oluşturulan dalganın ilerleme yönü verilmiştir.



Buna göre dalga üzerindeki K, L ve M noktalarının titreşim yönlerini gösteriniz.

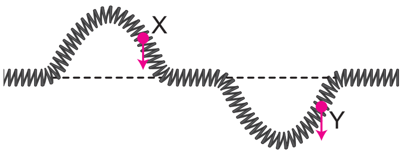
Çözüm

Dalganın ilerleme yönüne göre bir süre sonraki konumu düşünüldüğünde K noktası denge konumuna yaklaşırken L ve M noktalarının denge konumundan uzaklaştığı görülür.



Buna göre $\underset{\downarrow}{K}\ \underset{\uparrow}{L}\ \underset{\downarrow}{M}$ bulunur.

Sıra Sizde - 5



Gergin bir yay üzerinde oluşturulan iki atma üzerindeki X ve Y noktalarının titreşim yönleri şekildeki gibidir.

Buna göre

I. Atmalar aynı yönde hareket etmektedir.

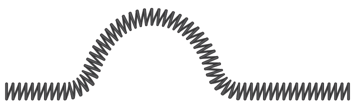
II. Atmalar zıt yönde hareket etmektedir.

III. Atmalar birbirine yaklaşmaktadır.

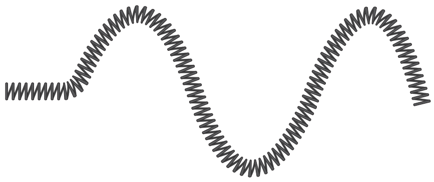
yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm

Sıra Sizde - 6



Şekil-I



Şekil-II

Aynı kuvvetle gerilmiş, özdeş ve türdeş yayların üzerinde oluşturulan Şekil-I'deki atma ve Şekil-II'deki periyodik dalgalar ile ilgili

I. İlerleme hızlarının büyüklükleri eşittir.

II. Genlikleri eşittir.

III. Taneciklerin titreşim yönleri aynıdır.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

Çözüm

3.2.2. Yaylarda Atmanın Yansıması ve İletilmesi

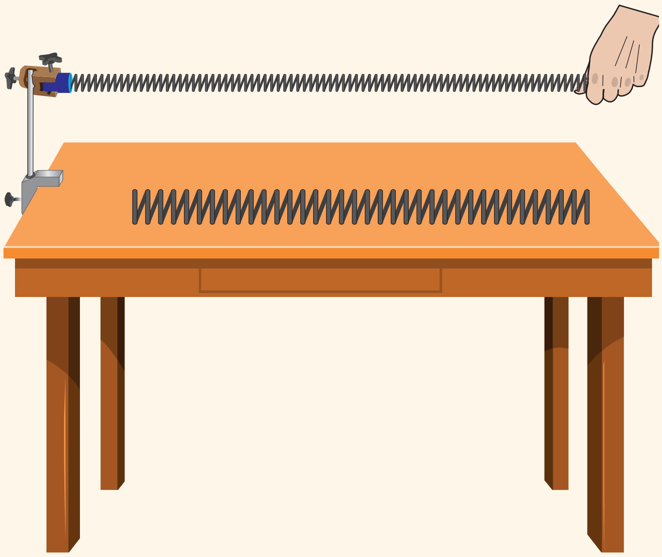
Atmanın İlerleme Hızı

Atmanın yaydaki ilerleme hızını etkileyen değişkenleri belirlemek için "Atmanın ilerleme hızı" deneyini yapınız.

3.3. DENEY

Deneyin Adı	Atmanın ilerleme hızı
Deneyin Amacı	Bir atmanın yaydaki ilerleme hızını etkileyen değişkenlerin belirlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• İnce yay • Kalın yay • Masa kıskacı • İkili bağlama parçası • Metal çubuk

Deneyin Hazırlanışı



1. Adım: Masa kıskacını masaya sabitleyerek metal çubuğu kıskaca şekildeki gibi yerleştiriniz. İkili bağlama parçasını kullanarak ince yayın bir ucunu metal çubuk üzerine sabitleyiniz. Masanın diğer tarafına geçip ince yayın boşta kalan ucunu elinizle çekerek yayı geriniz.

Deneyin Yapılışı

1. Adım: İnce yayı küçük bir kuvvetle geriniz. Gerilen yayda bir atma oluşturunuz. Atmanın hızını gözlemleyiniz.

2. Adım: Yayı gerdiğiniz kuvveti artırarak yeni bir atma oluşturunuz. Atmanın hızını gözlemleyiniz.

3. Adım: İnce yayı çıkarınız. Kalın yayı ikili bağlama parçasına yerleştiriniz.

4. Adım: Kalın yayı 1. adımdaki kuvvet büyüklüğünde geriniz. Gerilen yayda bir atma oluşturunuz. Atmanın ilerleme hızını gözlemleyiniz.

Sonuç ve Değerlendirme

1. 1 ve 2. adımlarda oluşturduğunuz atmaların ilerleme hızlarına yönelik gözlemleriniz nelerdir? Arkadaşlarınızla paylaşınız.

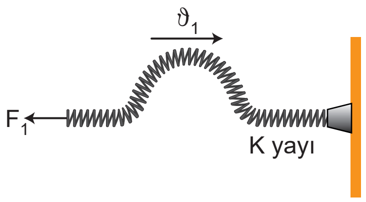
2. 1 ve 4. adımlarda oluşturduğunuz atmaların ilerleme hızlarına yönelik gözlemleriniz nelerdir? Arkadaşlarınızla paylaşınız.

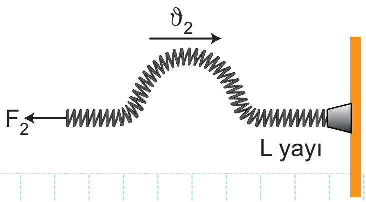
"Atmanın ilerleme hızı" deneyinde görüldüğü gibi bir atmanın ilerleme hızının büyüklüğü (ϑ), yayı geren kuvvetin büyüklüğü (F) ve birim uzunluğun kütlesine (μ) (mü) bağlıdır. Atmanın hızının büyüklüğünü veren matematiksel ifade $\vartheta = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ şeklindedir.

Bağıntıda yer alan birim uzunluğun kütlesi, yayın kütlesinin (m) yayın kuvvet uygulanmış hâldeki uzunluğuna (L) oranıdır. Yayın birim uzunluğunun kütlesini veren ifade $\mu = \frac{m}{L}$ şeklindedir.

Aynı maddeden yapılmış ve aynı kuvvetle gerilen birbirinden farklı kalınlıklarda iki yayda oluşturulmuş atmalardan ince yaydaki atmanın hızı kalın yaydaki atmanın hızından büyüktür. Aynı maddeden yapılmış eşit kütleli, farklı uzunluktaki yaylardan uzun olan yay ince, kısa olan yay kalındır. Bu yaylar eşit kuvvet ile gerilip atma oluşturulursa uzun yay daha ince olduğundan atmanın ilerleme hızı kısa olan yaydaki atmaya göre daha büyüktür.

Sıra Sizde - 7





Bir yayda oluşturulan atmanın hızı yayı geren kuvvet arttıkça artarken yayın birim uzunluğunun kütlesi arttıkça azalır. Aynı maddeden yapılmış türdeş K ve L yaylarına sırasıyla F_1 ve F_2 kuvvetleri uygulanıyor.

Yaylarda oluşan atmaların hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki $\vartheta_1 > \vartheta_2$ olduğuna göre

I. Yaylar özdeş ise $F_1 > F_2$ dir.

II. Yaylar eşit uzunlukta ve $F_1 = F_2$ ise K yayının kütlesi L yayının kütlesinden küçüktür.

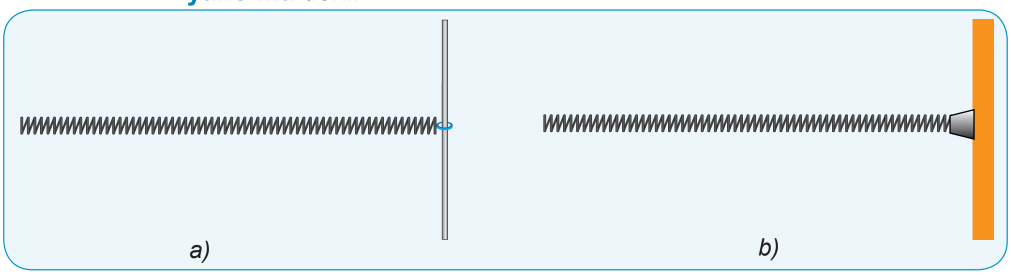
III. $F_1 = F_2$ ve yayların kütleleri eşit ise K yayının boyu L yayının boyundan büyüktür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

Atmaların Yansıması

Dalgaların bir engele çarparak geldiği ortama geri dönmesine **yansıma** denir.



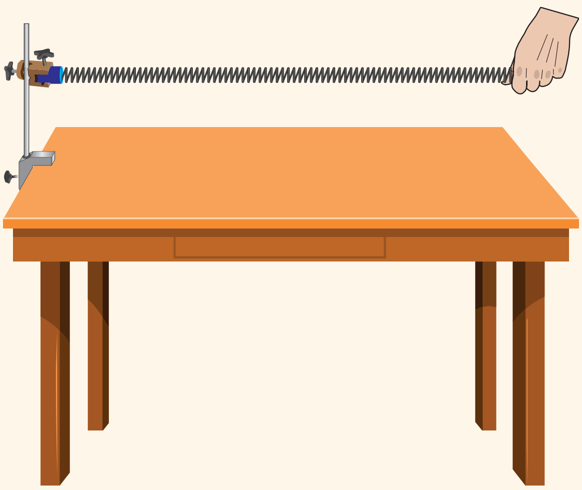
Şekil 3.15: *a) Serbest uç gösterimi b) Sabit uç gösterimi*

Özellikleri değişmeyen sarmal yayın bir ucundan oluşturulan atmalar, yayın diğer ucuna ulaştığında ucun serbest (Şekil 3.15: a) ya da bir noktaya sabitlenmiş olması durumuna (Şekil 3.15: b) göre farklı şekilde yansır. Atmaların sabit ya da serbest uçtan yansıma durumlarını incelemek için "Atmaların yansıması" deneyini yapınız.

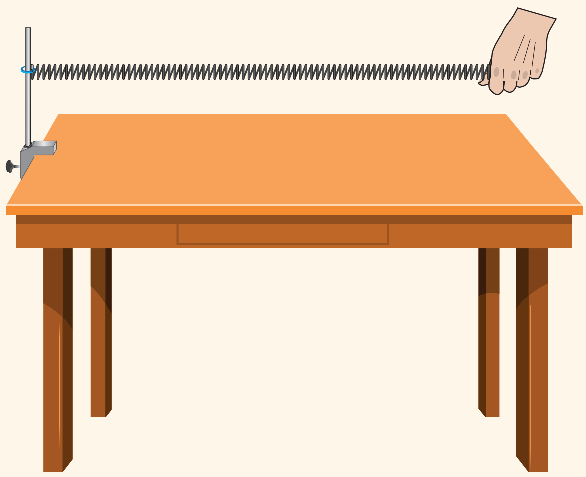
3.4. DENEY

Deneyin Adı	Atmaların yansıması
Deneyin Amacı	Atmaların sabit ve hareketli uçtan yansımasının gözlemlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Sarmal yay • Masa kıskacı • Metal çubuk • Plastik halka • İkili bağlama parçası

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



Şekil-I: Sabit uç



Şekil-II: Serbest uç

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Masa kıskacını sabitleyerek metal çubuğu kıskaca yerleştiriniz. Şekil-I'deki gibi yayı metal çubuğa ikili bağlama parçası yardımıyla bağlayarak yayda bir atma oluşturunuz.

2. Adım: Oluşturulan atmanın sabit uçtan yansımasını gözlemleyiniz.

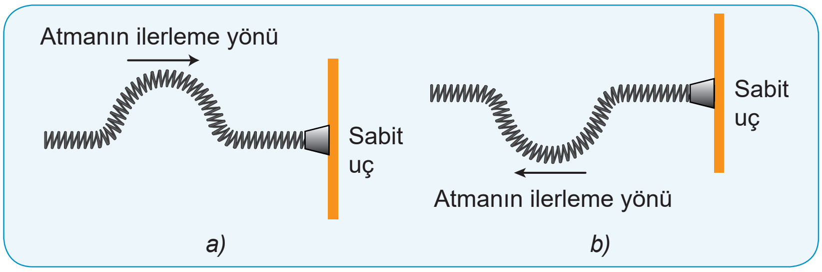
3. Adım: Yayı ikili bağlama parçasından çıkarıp ucuna bir halka takınız. Halkayı Şekil-II'deki gibi metal çubuğa geçiriniz.

4. Adım: Yayda bir atma oluşturarak atmanın serbest uçtan yansımasını gözlemleyiniz.

Sonuç ve Değerlendirme

1. Sabit uca gönderilen atma ile bu uçtan yansıyan atma arasındaki farklılıklar nelerdir? Açıklayınız.
2. Serbest uca gönderilen atma ile bu uçtan yansıyan atma arasındaki farklılıklar nelerdir? Açıklayınız.

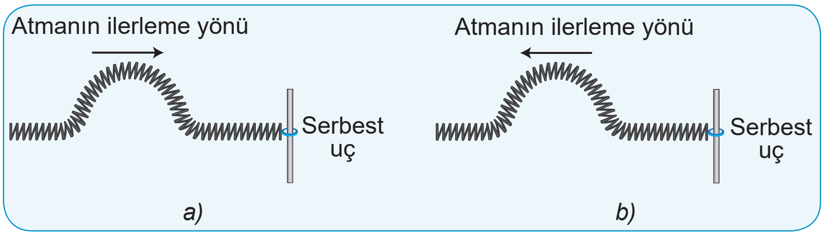
Sabit bir uca gönderilen baş yukarı bir atma (Şekil 3.16: a) engele ulaştığında engeli yukarı çıkmaya zorlar. Engel hareket etmeyeceği için Newton'ın etki-tepki yasası gereği yaya aşağı doğru bir kuvvet uygular. Atma bu kuvvetin etkisiyle "Atmaların yansıması" deneyinde de görüldüğü gibi baş aşağı dönerek engelden yansır (Şekil 3.16: b).



Şekil 3.16: *a) Sabit uca doğru ilerleyen baş yukarı atma b) Sabit uçtan yansıyan baş aşağı atma*

Sabit bir uca gönderilen baş yukarı bir atma engelden baş aşağı dönerek yansırken baş aşağı gönderilen bir atma engelden baş yukarı yansır.

Serbest bir uca gönderilen baş yukarı atma (Şekil 3.17: a) engele ulaştığında engeli yukarı çıkmaya zorlar. Engel hareketli olduğundan atma yukarı çıkarak kinetik enerjiyi potansiyel enerjiye dönüştürür. Hareketli uç aşağı inerken potansiyel enerji yeniden kinetik enerjiye dönüşerek "Atmaların yansıması" deneyinde de görüldüğü gibi atmanın baş yukarı yansımasını sağlar (Şekil 3.17: b).



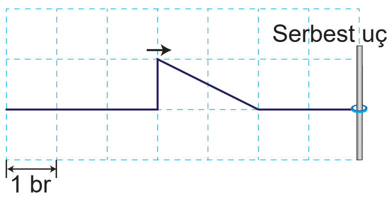
Şekil 3.17: *a) Serbest uca doğru ilerleyen baş yukarı atma b) Serbest uçtan yansıyan baş yukarı atma*

Serbest bir uca baş yukarı gönderilen bir atma, yine baş yukarı yansır. Baş aşağı gönderilen bir atma engelden yine baş aşağı yansır.

İdeal yay sistemlerinde oluşturulan atmaların yansıması olayında atmanın genliği, genişliği ve sürati değişmez.

Örnek

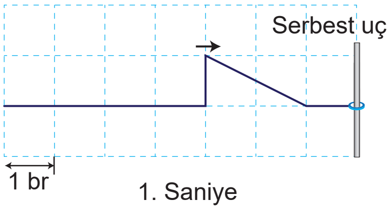
Eşit bölmelendirilmiş kare düzlemine yerleştirilmiş gergin bir ipte oluşturulan şekildeki atmanın ilerleme hızı 1 br/s'dir.



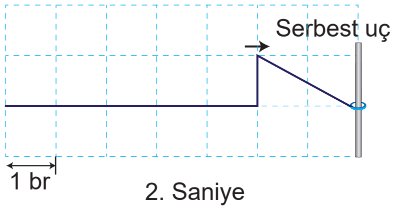
Buna göre şekildeki konumdan geçtikten 5 s sonraki görünümü nasıl olur?

Çözüm

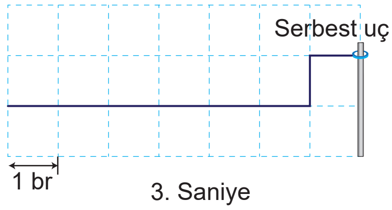
Atmanın ilerleme hızı 1 br/s olduğundan 1 saniyede 1 birim ilerler. Bu durumda 5. saniyeye kadar birer saniye ara ile atmanın görünümü aşağıdaki gibidir.



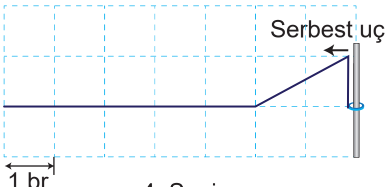
1. Saniye



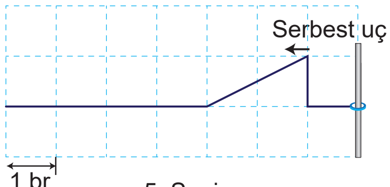
2. Saniye



3. Saniye



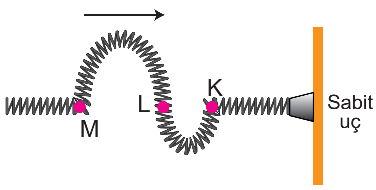
4. Saniye



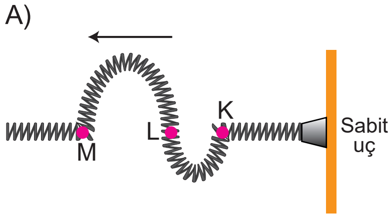
5. Saniye

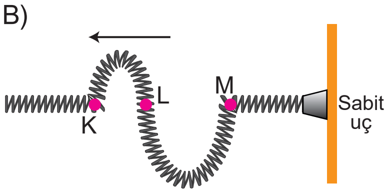
Örnek

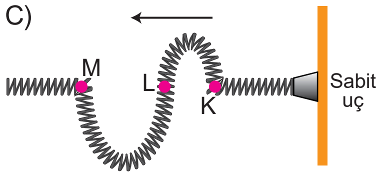
Özellikleri değişmeyen gergin bir yayda sabit uca doğru ilerleyen şekildeki gibi atma oluşturuluyor.

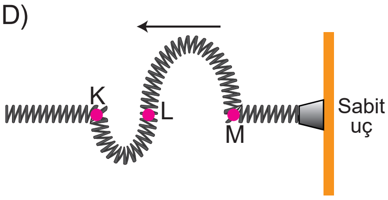


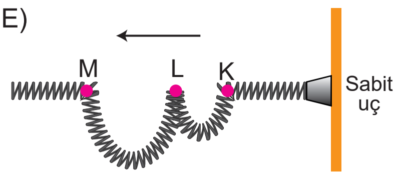
Buna göre yansıyan atma aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

A)


B)


C)


D)


E)


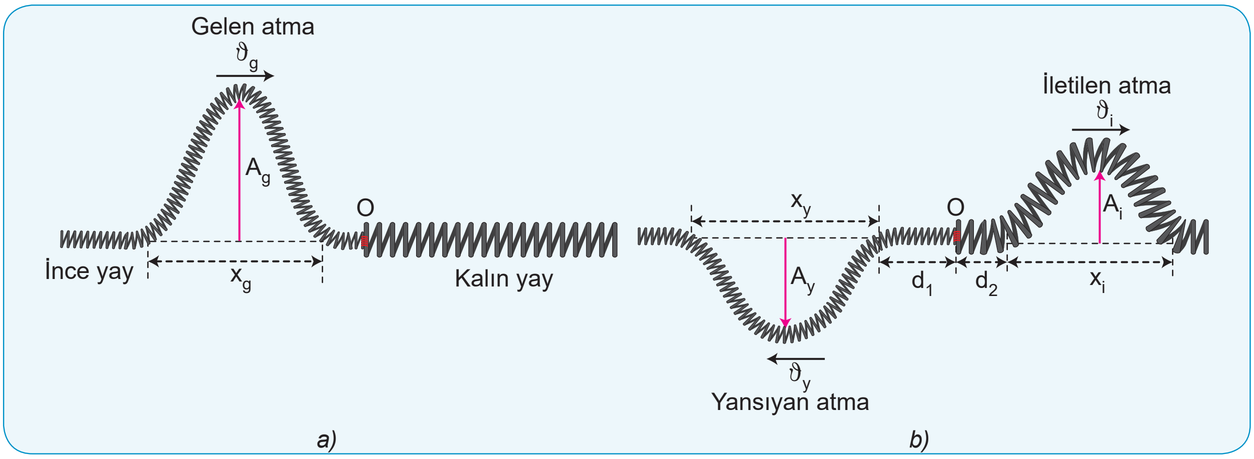
Çözüm

Sabit uca baş yukarı gönderilen bir atma engelden baş aşağı yansır. Atmanın genliği, genişliği ve sürati değişmediği gibi gelen atmanın ön ucu, yansıyan ön ucu olarak gelen atmanın arka kısmı da yansıyan atmanın arka kısmı olacak şekilde yansıma gerçekleşir. Bu nedenle doğru cevap B seçeneğidir.

Atmanın Farklı Ortamlardan Geçişi

Birim uzunluktaki kütleleri farklı bir yaydan diğerine geçen atmanın fiziksel özelliklerinde değişme meydana gelir.

Aynı maddeden yapılmış farklı kalınlıkta iki yay birleştirildikten sonra yaylardan birinde atma oluşturulduğunda yayların birleşme noktasına gelen atmanın bir kısmı diğer yaya iletilir, bir kısmı yansır.



Şekil 3.18: *a) İnce yaydan oluşturulan atma b) İletilen ve yansıyan atma*

İnce (hafif) bir yaydan kalın (ağır) bir yaya Şekil 3.18: a'daki gibi baş yukarı gönderilen atma, birleşme noktasına geldiğinde bir kısmı kalın yaya geçerken bir kısmı da yansır (Şekil 3.18: b). İletilen atma gelen atma ile aynı genlik yönüne sahip olacak şekilde baş yukarı olarak yoluna devam eder. Yansıyan atma ise baş aşağı yansır.

- Enerjinin korunumu yasasına göre gelen atmanın enerjisi, iletilen ve yansıyan atmaların enerjileri toplamına eşittir. Atmanın genliğini belirleyen önemli değişkenlerden biri de enerji olduğundan gelen atmanın genliği yansıyan ve iletilen atmaların genliğinden büyük olur.

$A_g > A_y \qquad A_g > A_i$

A_g : Gelen atmanın genliği

A_y : Yansıyan atmanın genliği

A_i : İletilen atmanın genliği

İletilen ve yansıyan atmaların genliklerinin birbirleriyle karşılaştırılmasında kesin bir şey söylenemez.

- Gelen ve yansıyan atmalar, aynı yay üzerinde olduğu için atmaların hızlarının büyüklüğü birbirine eşittir. Ancak iletilen atma kalın yaya geçtiği için hızının büyüklüğünde azalma olur.

$\vartheta_g = \vartheta_y > \vartheta_i$

ϑ_g : Gelen atmanın hız büyüklüğü

ϑ_y : Yansıyan atmanın hız büyüklüğü

ϑ_i : İletilen atmanın hız büyüklüğü

- Atmaların genişlikleri hızlarına bağlı olarak değişir. Bu nedenle yavaşlayan atmanın genişliği azalır.

$x_g = x_y > x_i$

x_g : Gelen atmanın genişliği

x_y : Yansıyan atmanın genişliği

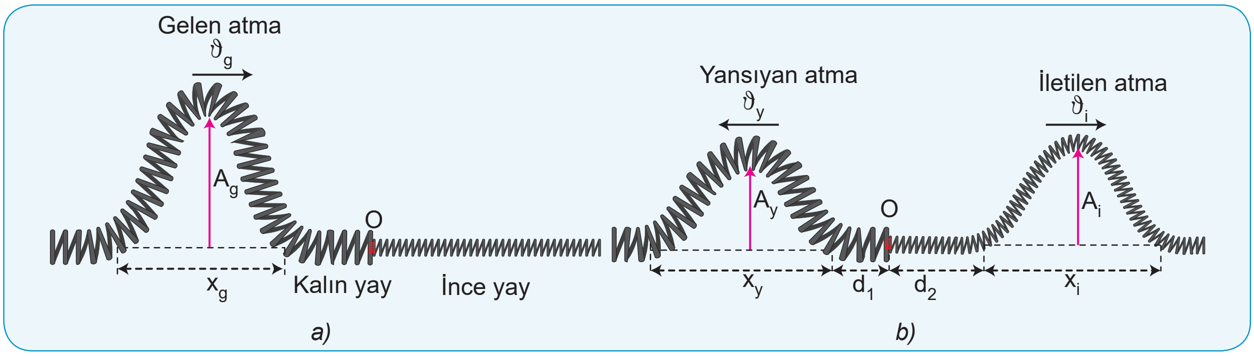
x_i : İletilen atmanın genişliği

- Yansıyan ve iletilen atmaların hızları farklı büyüklükte olduğu için birleşme noktasına (O noktası) uzaklıkları da farklı olur. Kalın yaya geçen atmanın hızı azaldığından

$d_1 > d_2$ olur.

d_1 : Yansıyan atmanın birleşme noktasına uzaklığı

d_2 : İletilen atmanın birleşme noktasına uzaklığı



Şekil 3.19: *a) Kalın yayda oluşturulan atma b) İletilen ve yansıyan atmalar*

Kalın bir yayda oluşturulan baş yukarı bir atma ince yaya gönderildiğinde (Şekil 3.19: a) atmanın bir kısmı ince yaya geçerken bir kısmı da yansır. İletilen atma, gelen atma ile aynı genlik yönüne sahip olacak şekilde baş yukarı yoluna devam eder. Yansıyan atma ise gelen atma ile aynı genlik yönüne sahip olacak şekilde baş yukarı yansır. (Şekil 3.19: b).

Gelen atmanın enerjisi yansıyan ve iletilen atmanın enerjilerinin toplamına eşittir. Bu nedenle gelen atmanın genliği yansıyan ve iletilen atmanın genliğinden büyüktür.

$A_g > A_y$ $\qquad$ $A_g > A_i$

İletilen ve yansıyan atmaların genliklerinin birbirleriyle karşılaştırılmasında kesin bir şey söylenemez.

- İnce yaydaki bir atmanın ilerleme hızı daha büyük olduğu için hızların büyüklüğü arasındaki ilişki

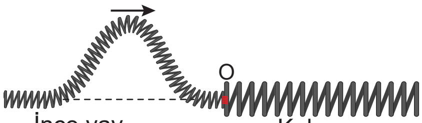
  $\vartheta_i > \vartheta_g = \vartheta_y$ olur.

- Genişlik hız ile doğru orantılı olduğundan

  $x_i > x_g = x_y$ şeklinde ifade edilir.

- Yansıyan ve iletilen atmaların birleşme noktasına olan uzaklığı arasındaki ilişki

  $d_2 > d_1$ dir.



Örnek

İnce bir yayda oluşturulan baş yukarı bir atma şekildeki gibi kalın yaya gönderiliyor.

Buna göre iletilen ve yansıyan atma için

I. Yansıyan atmanın hızı iletilen atmanın hızından büyüktür.
II. Yansıyan atma baş aşağı döner.
III. Yansıyan atmanın frekansı iletilen atmanın frekansından büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm

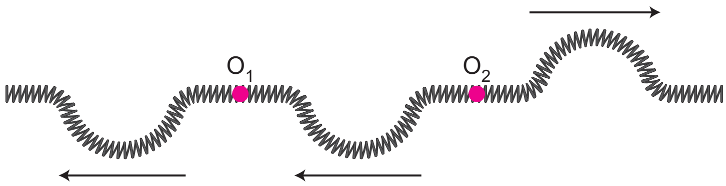
I. Yansıyan atma ince yayda, iletilen atma kalın yayda olduğu için yansıyan atmanın hızı daha büyüktür (Doğru).

II. İnce yaydan kalın yaya baş yukarı gönderilen atma birleşme noktasına geldiğinde baş aşağı olarak yansır (Doğru).

III. Frekans kaynağa bağlı bir özelliktir. Kaynağın frekansı değiştirilmediği sürece dalgalar ortam değiştirse de dalgaların frekansı değişmez (Yanlış).

Sıra Sizde - 8

O_1 ve O_2 noktalarından birleştirilmiş farklı kalınlıktaki X, Y ve Z yaylarından X yayında O_1 noktasına doğru ilerleyen baş yukarı bir atma oluşturuluyor.



O_1 ve O_2 noktalarından ilk yansıyanlar ile iletilen atmanın görünümü şekildeki gibi olduğuna göre yayların kalınlıklarını büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

Çözüm

Atmaların Üst Üste Gelmesi

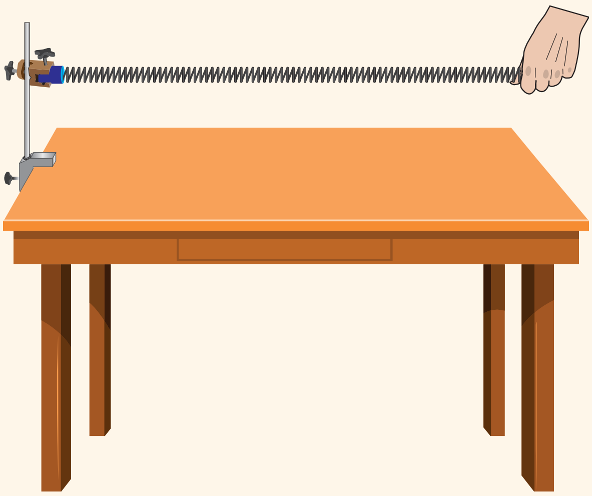
Yay üzerinde oluşturulan atmalar karşılaştığında bir an için yeni bir atma oluşturur. Bu yeni atmaya **bileşke atma** denir. Birbiri içinden geçen atmalar aynı fiziksel özelliklerle hareketine devam eder. Atmaların karşılaşması durumunda meydana gelebilecek olayları gözlemlemek için “Atmaların karşılaşması” deneyini yapınız.

DENEY

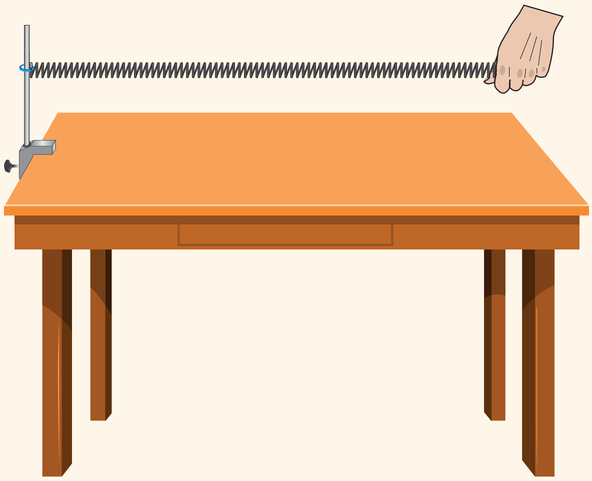
3.5. DENEY

Deneyin Adı	Atmaların karşılaşması
Deneyin Amacı	Atmaların karşılaşması durumunda meydana gelebilecek olayların gözlemlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Sarmal yay • Masa kıskacı • Metal çubuk • Plastik halka • İkili bağlama parçası

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



Şekil-I: Sabit uca bağlı yay



Şekil-II: Hareketli uca bağlı yay

Masa kıskacını masaya sabitleyerek metal çubuğu kıskaca Şekil-I'deki gibi yerleştiriniz. İkili bağlama parçasını kullanarak ince yayın bir ucunu metal çubuk üzerine sabitleyiniz. Masanın diğer tarafına geçip yayın boşta kalan ucunu elinizle çekerek yayı geriniz.

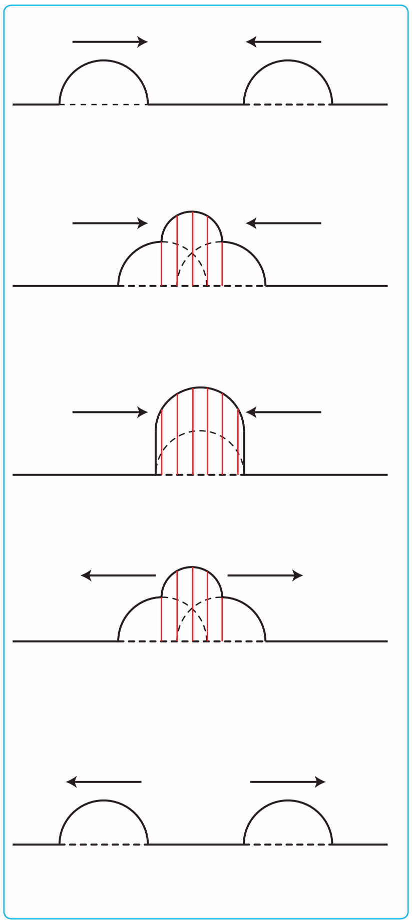
Deneyin Yapılışı

1. **Adım:** Şekil I'deki yayda baş yukarı bir atma oluşturunuz. Atma engele yaklaşırken yeniden baş yukarı bir atma oluşturunuz. Bir süre sonra sabit uçtan yansıyan atmayla oluşturduğunuz ikinci atma üst üste geldiğinde oluşan bileşke atmanın şeklini ve atmaların birbiri içinden geçtikten sonraki hareketini gözlemleyiniz.
2. **Adım:** İkili bağlama parçasını metal çubuktan ayırarak bir ucuna halka takılmış yayı Şekil-II'deki gibi metal çubuğa geçiriniz. Yayda baş yukarı bir atma oluşturunuz. Atma engele yaklaşırken yeniden bir atma oluşturunuz. Bir süre sonra serbest uçtan yansıyan atmayla oluşturduğunuz ikinci atma üst üste geldiğinde oluşan bileşke atmayı ve atmaların birbiri içerisinden geçtikten sonraki hareketini gözlemleyiniz.

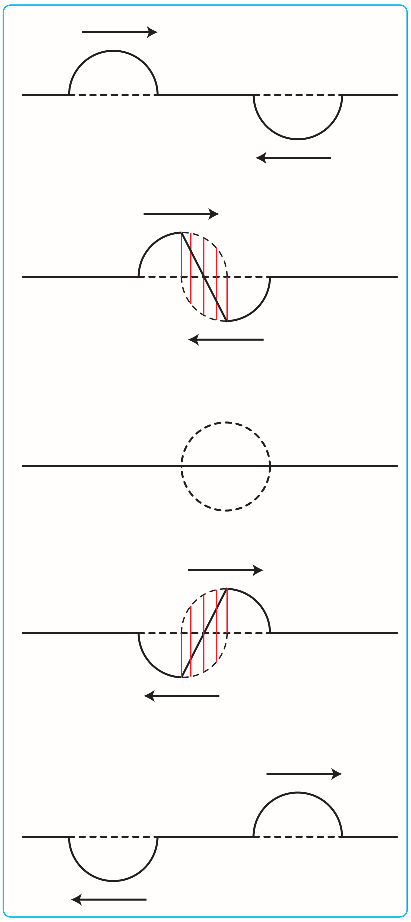
Sonuç ve Değerlendirme

Deneyin 1 ve 2. adımlarındaki gözlemlerinizi arkadaşlarınızla tartışınız.

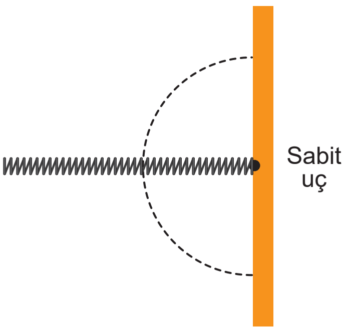
"Atmaların karşılaşması" deneyinde görüldüğü gibi birbirine doğru hareket eden iki atmanın karşılaşıp bileşke atma oluşturmasına **girişim** denir. Atmaların genlik yönleri aynı ise girişim sırasında oluşan bileşke atmanın genliği, atmaların genliklerinin toplamı kadar olur. Atmaların birbirini güçlendirecek şekilde girişim yapmasına **yapıcı girişim** denir (Şekil 3.20). Birbirine doğru yaklaşan atmaların genlikleri zıt yönlü ise girişim sırasında oluşan bileşke atmanın genliği atmaların genliklerinin farkı kadar olur. Atmaların birbirini zayıflatacak şekilde girişim yapmasına **yıkıcı girişim** denir (Şekil 3.21).



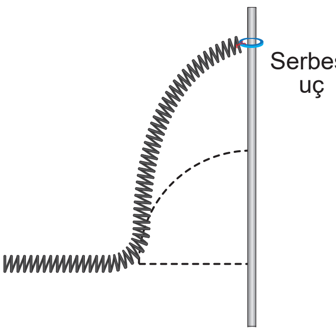
Şekil 3.20: *Atmaların yapıcı girişimi*



Şekil 3.21: *Atmaların yıkıcı girişimi*



Şekil 3.22: *Sabit uçta yansıma sırasında yıkıcı girişim*

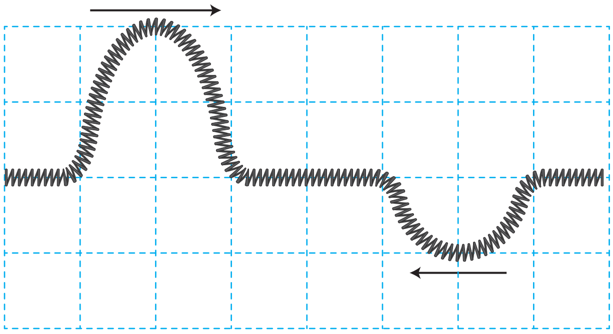


Şekil 3.23: *Serbest uçta yansıma sırasında yapıcı girişim*

Atmanın sabit ve serbest uçtan yansıması sırasında girişim olayı gerçekleşir. Sabit uca ulaşan bir atmanın yarısı yansıdığında üstte kalan kısımla altta kalan kısım simetrik ise yay üzerinde bir an için atma gözlenmez (Şekil 3.22).

Serbest uca gönderilen atma yansırken atmanın ilerleyen ve yansıyan kısımları aynı tarafta olacağı için yapıcı girişim gerçekleşir (Şekil 3.23). Bu durumda serbest uç, bileşke atmanın genliğinin seviyesine çıkar.

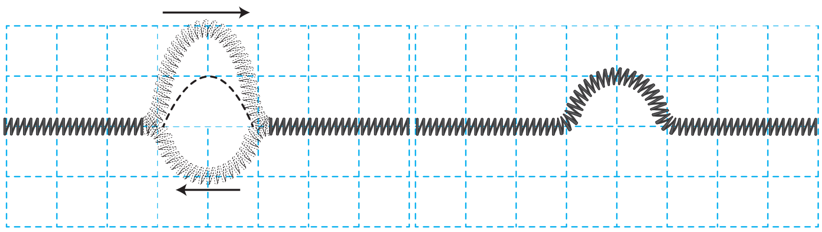
Örnek



İlerleme hızları 1 br/s olan iki atma birbirine doğru ilerlemektedir.

Atmalar şekildeki konumdan geçtikten 2 s sonra yayın bir an için görünümü nasıl olur?

Çözüm

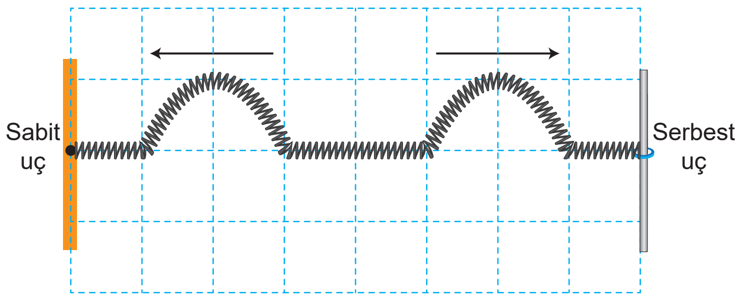


Şekil-I Şekil-II

Zıt genlik yönüne sahip atmalar üst üste bindiğinde oluşan bileşke atmanın genliği, atmaların genliklerinin farkı kadar olur. Bu anda atmanın anlık görünümü Şeki-II'deki gibi olur.

Sıra Sizde - 9

Bir ucu sabitlenmiş, diğer ucu serbest olan bir yayda özdeş iki atma oluşturuluyor.



Atmaların hızları 1 br/s olduğuna göre atmalar şekildeki konumdan geçtikten kaç s sonra yayda ilk kez atma <u>gözlenmez</u>?

Çözüm

3. BÖLÜM SU DALGASI

Konular

Anahtar Kavramlar

- Dalga tepesi
- Dalga çukuru
- Odak noktası
- Stroboskop
- Merkez



- **Kalınlığı sürekli artan türdeş bir yayda oluşturulan atmanın ilerleme hızının giderek azalması gibi denizde oluşan dalgaların da kıyıya yaklaşırken hızı azalır mı?**
- **Ortam değiştiren ışığın hareket doğrultusunu değiştirmesi gibi ortam değiştiren su dalgaları da hareket doğrultusunu değiştirir mi?**

Bu bölümde su dalgalarının ilerleme yönü, dalga tepesi ve dalga çukuru kavramları açıklanarak doğrusal ve dairesel su dalgalarının yansıma hareketleri analiz edilecektir.

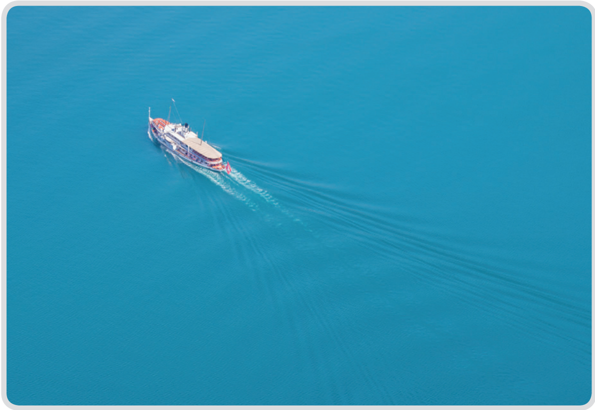
Ortam derinliği ile su dalgalarının yayılma hızı arasındaki ilişki açıklanıp doğrusal su dalgalarının kırılma hareketi incelenecektir.

3.3.1. Su Dalgalarının İlerleme Yönü, Dalga Tepesi ve Dalga Çukuru Kavramları

Durgun suya atılan küçük bir taşın, su yüzeyine düşen yağmur tanelerinin (Görsel 3.16) ya da seyir hâlindeki geminin hareketinin (Görsel 3.17) su yüzeyinde meydana getirdiği şekil değişikliğine **su dalgası** denir.



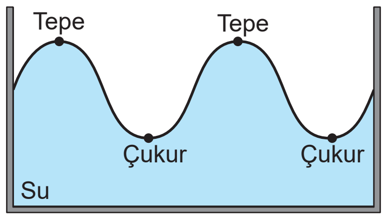
Görsel 3.16: *Yağmur damlalarının oluşturduğu su dalgaları*



Görsel 3.17: *Seyir hâlindeki geminin arkasında oluşan su dalgaları*

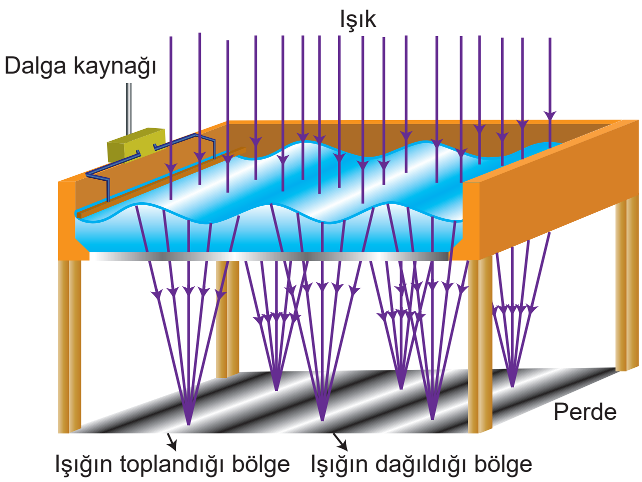
Su dalgaları, mekanik dalgalar olup hem enine hem de boyuna dalga özelliği gösterir. Su yüzeyinde oluşan bu dalgalar suyun alt tabakalarında hissedilmez. Okyanus, deniz ve göllerin derinliklerindeki yaşam yüzeyde oluşan bu dalgalardan etkilenmez.

Su dalgaları üzerindeki en yüksek noktaya **dalga tepesi**, dalga üzerindeki en alt noktaya **dalga çukuru** denir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24: *Su dalgalarının dalga tepeleri ve dalga çukurları*

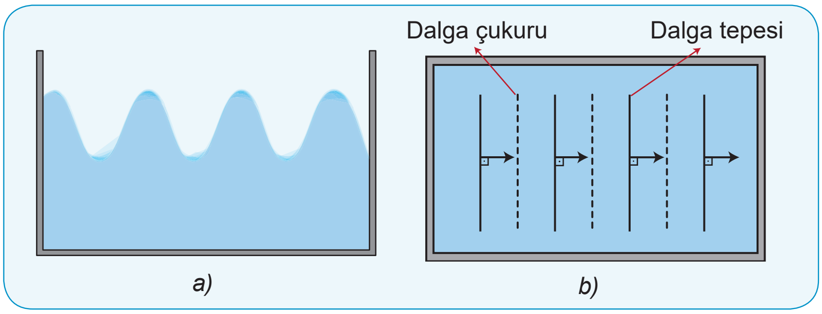
Su dalgaları, camdan yapılmış ve üzerinde aydınlatması bulunan dalga leğenlerinde incelenir. Dalga leğeninde oluşturulan doğrusal dalgaların üzerine ışık tutulduğunda dalga tepeleri ışığı toplarken dalga çukurları dağıtır. Bu nedenle dalga leğeninin altına yerleştirilen perde üzerinde dalga tepeleri aydınlık çizgiler, dalga çukurları da karanlık çizgiler şeklinde görülür (Şekil 3.25).



Şekil 3.25: *Dalga leğeninin altına yerleştirilen perdenin üzerinde oluşan aydınlık ve karanlık bölgeler*

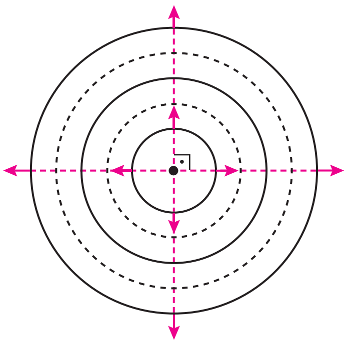
Dalgalar hareketli olduğundan ekranda oluşan aydınlık ve karanlık bölgeler de hareket hâlindedir.

Derinliği her yerinde aynı olan bir dalga leğenindeki durgun suya düz bir tahta çubuk yatay olarak sürekli batırılıp çıkarıldığında doğrusal su dalgaları oluşur (Şekil 3.26: a).



Şekil 3.26: *a) Doğrusal su dalgalarının yandan görünümü*
b) Doğrusal su dalgalarının üstten görünümü

Doğrusal dalgalar birbirine paralel olarak ilerler. Dalga tepeleri düz, dalga çukurları kesikli çizgilerle gösterilir (Şekil 3.26: b).

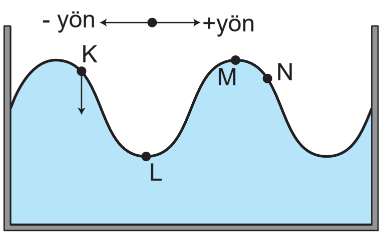


Şekil 3.27: *Dairesel su dalgalarının üstten görünümü*

Derinliği her yerinde aynı olan bir dalga leğeninde noktasal bir kaynağın oluşturduğu dalgalar, merkezinde dalga kaynağı bulunan dairesel dalgalar şeklinde yayılır (Şekil 3.27). Dairesel dalgalara üstten ışık tutulduğunda leğenin altındaki perdede dalga tepeleri aydınlık, dalga çukurları karanlık halkalar şeklinde görülür.

Dairesel dalgaların üzerindeki her nokta, dalganın merkezinden dışa doğru ve yarıçap doğrultusunda hareket eder. Bu nedenle dairesel dalgaların ilerleme yönü merkezinden dışa ve her yöne çizilen doğrularla gösterilir.

Sıra Sizde - 10



Dalga leğeninde oluşturulan su dalgalarının yandan görünümü üzerinde gösterilen K noktasının anlık hareket yönü ok ile gösterilmiştir.

Buna göre

a) **Dalgaların ilerleme yönünü belirleyiniz.**

b) **Dalga çukurlarını ve tepelerini belirleyiniz.**

Çözüm

3.3.2 Doğrusal ve Dairesel Su Dalgalarında Yansıma

Yay dalgalarının bir engelden yansıması gibi su dalgaları da engele çarptığında yansır. Su dalgalarında yansıma olayı engelin şekline göre farklılık gösterir.

Doğrusal Su Dalgalarının Doğrusal Engelden Yansıması

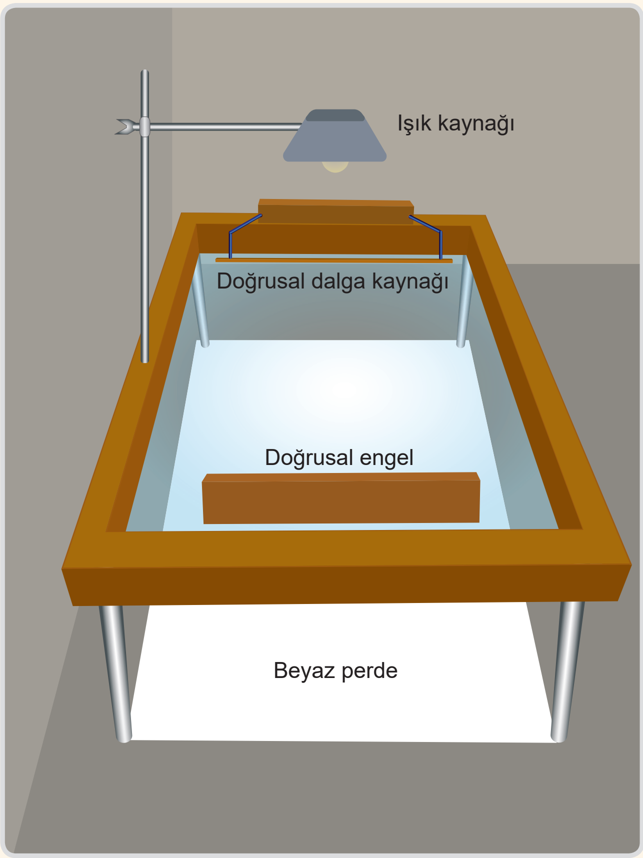
Doğrusal su dalgalarının doğrusal engellerden nasıl yansıdığını incelemek için "Doğrusal su dalgalarının doğrusal engelden yansıması" deneyini yapınız.

DENEY

3.6. DENEY

Deneyin Adı	Doğrusal su dalgalarının doğrusal engelden yansıması
Deneyin Amacı	Doğrusal su dalgalarının doğrusal engellerden yansıma hareketlerinin çizilmesinin sağlanması
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Dalga leğeni takımı • Doğrusal dalga kaynağı • Bir miktar su • Beyaz perde

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



DENEY

1. **Adım:** Dalga leğenini derinliği 3 cm olacak şekilde su ile doldurunuz.
2. **Adım:** Beyaz perdeyi dalga leğeninin altını kaplayacak şekilde yerleştiriniz.
3. **Adım:** Doğrusal dalga kaynağını, dalga leğeninin bir ucuna sabitleyiniz.
4. **Adım:** Bağlantı kabloları ile doğrusal dalga kaynağını üretece bağlayınız.
5. **Adım:** Doğrusal engeli, doğrusal dalga kaynağına paralel olacak şekilde leğenin diğer ucuna yerleştiriniz.
6. **Adım:** Dalga leğeni takımındaki lambayı yakınız.

Deneyin Yapılışı

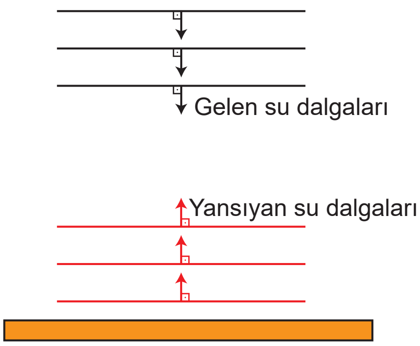
1. **Adım:** Doğrusal dalga kaynağını çalıştırınız ve oluşturulan doğrusal su dalgalarının doğrusal engelden yansımalarını inceleyiniz. Dalga leğeninin altındaki beyaz perde üzerinde oluşan görüntüyü aşağıdaki bölgeye çiziniz.

2. **Adım:** Doğrusal engelin doğrultusunu değiştirerek doğrusal su dalgalarının engele açılı çarpmasını sağlayınız. Engelden yansıyan doğrusal su dalgalarının beyaz perde üzerindeki görüntülerini inceleyiniz. Oluşan görüntüyü aşağıdaki bölgeye çiziniz.

Sonuç ve Değerlendirme

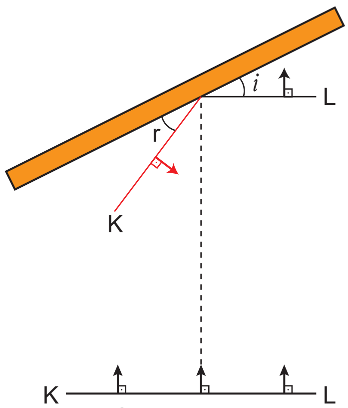
1. Doğrusal engele paralel gelen doğrusal su dalgaları engelden nasıl yansımaktadır? Açıklayınız.
2. Doğrusal engele açılı gelen doğrusal su dalgaları engelden nasıl yansımaktadır? Açıklayınız.

“Doğrusal su dalgalarının doğrusal engelden yansıması” deneyinde görüldüğü gibi doğrusal engele paralel gelen su dalgaları engele çarptıktan sonra yine engele paralel yansır (Şekil 3.28).

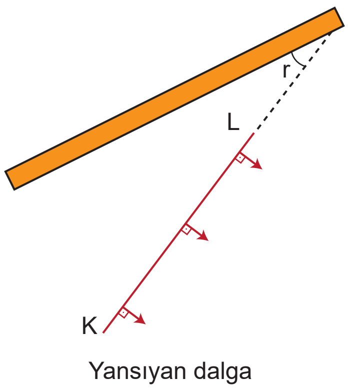


Şekil 3.28: *Engele paralel gelen doğrusal su dalgalarının doğrusal engelden yansıması*

Dalgalar engele paralel değil de açılı geliyorsa dalga engele ilk değdiği noktadan itibaren yansımaya başlar. Gelen dalganın engelle yaptığı açı ve yansıyan dalganın engelle yaptığı açı eşittir. Gelen dalganın engelle yaptığı açıya **gelme açısı** (i), yansıyan dalganın engelle yaptığı açıya **yansıma açısı** (r) denir. Dalga geldiği açıyla yansır (i = r) (Şekil 3.29). Dalga tümüyle yansıdığında doğrusal su dalgası olarak engelden uzaklaşır (Şekil 3.30).



Şekil 3.29: *Doğrusal dalganın doğrusal engelden yansıması anında üstten görünümü*



Şekil 3.30: *Tamamen yansıyan doğrusal su dalgasının üstten görünümü*

Doğrusal Su Dalgalarının Parabolik Engellerden Yansıması

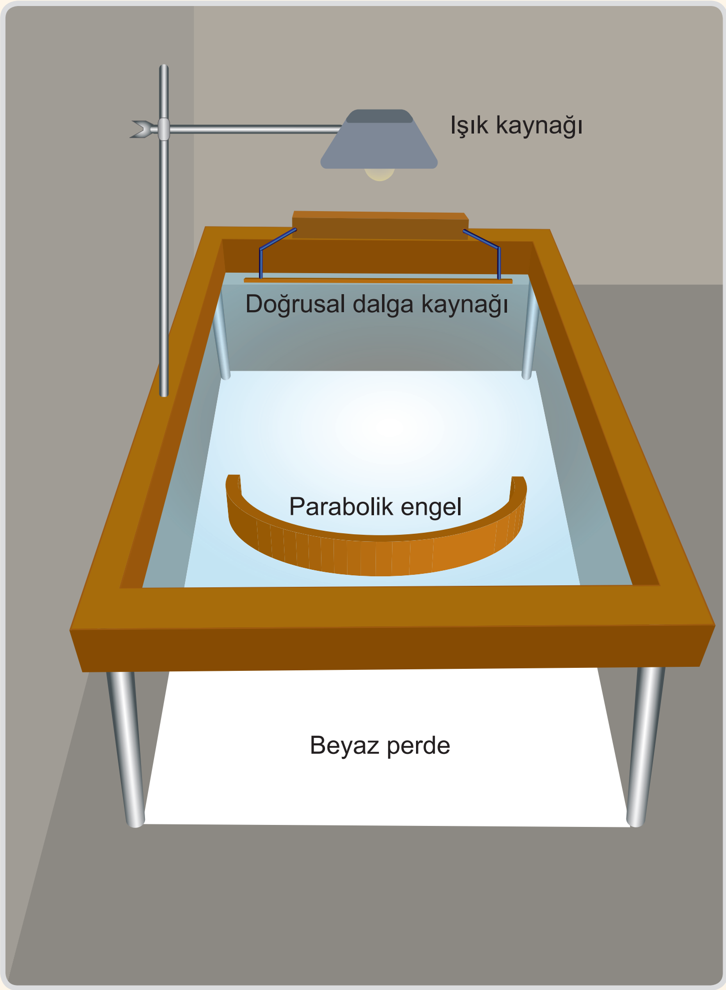
Doğrusal su dalgalarının parabolik engellerden yansımasını incelemek için “Doğrusal su dalgalarının parabolik engelden yansıması” deneyini yapınız.

DENEY

3.7. DENEY

Deneyin Adı	Doğrusal su dalgalarının parabolik engelden yansıması
Deneyin Amacı	Doğrusal su dalgalarının parabolik engellerden yansıma hareketlerinin çizilmesinin sağlanması
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Dalga leğeni takımı • Doğrusal dalga kaynağı • Bir miktar su • Parabolik engel • Beyaz perde

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



1. **Adım:** Dalga leğenini derinliği 3 cm olacak şekilde su ile doldurunuz.
2. **Adım:** Beyaz perdeyi dalga leğeninin altını tamamen kapatacak şekilde leğenin altına yerleştiriniz.
3. **Adım:** Doğrusal dalga kaynağını dalga leğeninin bir ucuna sabitleyiniz.

4. Adım: Bağlantı kablolarıyla doğrusal dalga kaynağını üretece bağlayınız.

5. Adım: Doğrusal su dalgalarının parabolik engelin çukur yüzeyinden yansıyacak şekilde parabolik engeli, dalga leğeninin diğer ucuna yerleştiriniz.

6. Adım: Dalga leğeni takımındaki lambayı yakınız.

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Doğrusal dalga kaynağını çalıştırınız. Oluşturulan doğrusal dalgaların parabolik engelin çukur kısmından yansımasını inceleyiniz. Dalga leğeninin altındaki beyaz perdede oluşan görüntüyü aşağıdaki bölgeye çiziniz.

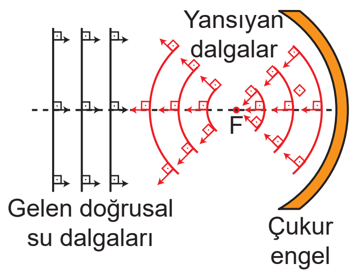
2. Adım: Üreteci kapatarak doğrusal dalga kaynağını durdurunuz. Doğrusal su dalgalarının parabolik engelin tümsek yüzeyinden yansımasını sağlayacak şekilde parabolik engeli ayarlayınız.

3. Adım: Doğrusal dalga kaynağını çalıştırınız. Oluşturulan doğrusal dalgaların parabolik engelin tümsek kısmından yansımasını inceleyiniz. Dalga leğeninin altındaki beyaz perdede oluşan görüntüyü aşağıdaki bölgeye çiziniz.

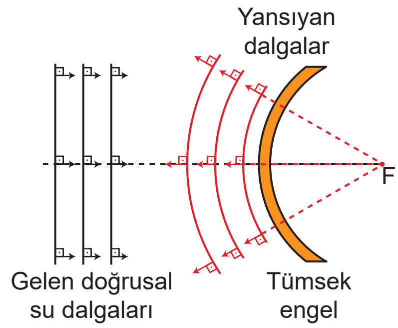
Sonuç ve Değerlendirme

Doğrusal su dalgalarının çukur ve tümsek engellerden yansımasındaki farklar nelerdir? Açıklayınız.

“Doğrusal su dalgalarının parabolik engelden yansıması” deneyinde görüldüğü gibi parabolik engelin çukur yüzeyine gelen doğrusal su dalgaları, engelden yansıdıktan sonra bükülerek dairesel dalgalar şeklinde bir noktada toplanır. Toplanan dalgalar, bu noktada sanki noktasal bir dalga kaynağı varmış gibi tekrar dairesel dalgalar şeklinde yayılır (Şekil 3.31). Dalgaların toplandığı bu nokta, engelin odak noktası (F) olarak tanımlanır.

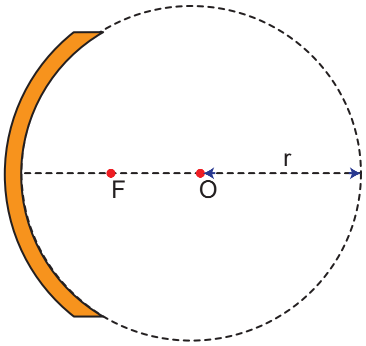


Şekil 3.31: *Doğrusal su dalgalarının çukur engelden yansımasının üstten görünümü*



Şekil 3.32: *Doğrusal su dalgalarının tümsek engelden yansımasının üstten görünümü*

Parabolik engelin tümsek yüzeyine gönderilen doğrusal su dalgaları, engele ulaştığında önce orta kısmı engele çarpar ve yansır. Sonra uçları engele çarpıp yansıdığında engelin arkasındaki bir noktadan gelen dairesel su dalgaları şeklini alır (Şekil 3.32). Bu nokta yine parabolik engelin odak noktası (F) olarak tanımlanır.

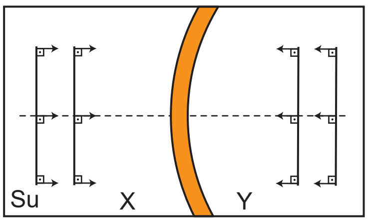


Şekil 3.33: *Parabolik engelin merkez ve odak noktası*

Parabolik engeller Şekil 3.33’teki gibi tamamlandığında oluşan küresel yüzeyin merkezi aynı zamanda parabolik engelin de merkezidir. Bu nedenle engelin eğrilik yarıçapı küresel yüzeyin eğrilik yarıçapı kadardır. Odak noktasının uzaklığı, parabolik engelin yarıçapının yarısı kadardır.

Sıra Sizde - 11

Derinliği sabit bir dalga leğenine yerleştirilmiş parabolik engelin iki yüzeyine X ve Y bölgelerinden doğrusal su dalgaları şekildeki gibi gönderiliyor.



Engelden yansıyan dalgaların görünümünü çiziniz.

Çözüm

Dairesel Su Dalgalarının Yansıması

Derinliği sabit bir dalga leğeninde noktasal dalga kaynağının oluşturduğu dairesel su dalgalarının doğrusal ve parabolik engelden yansımasını incelemek için “Dairesel su dalgalarının doğrusal ve parabolik engelden yansıması” deneyini yapınız.

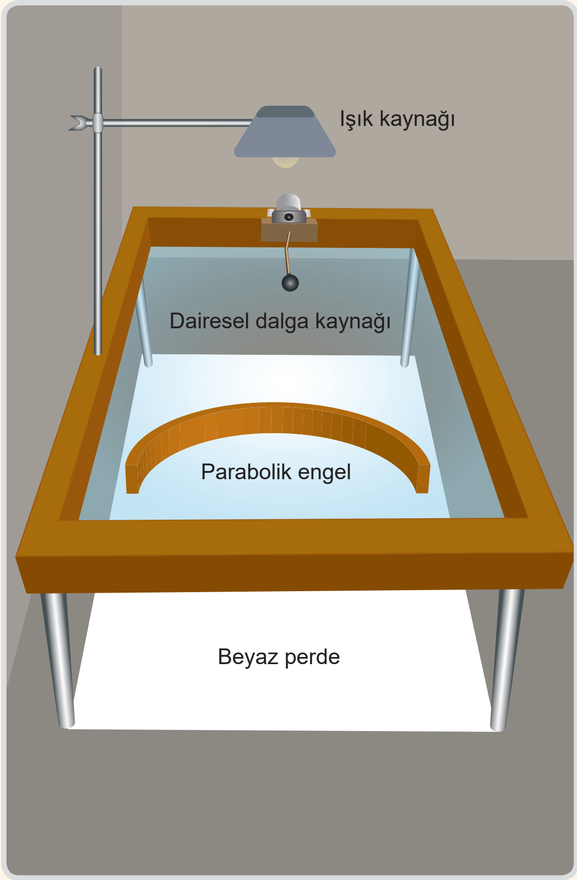
3.8. DENEY

Deneyin Adı	Dairesel su dalgalarının doğrusal ve parabolik engelden yansıması
Deneyin Amacı	Dairesel su dalgalarının doğrusal ve parabolik engellerden yansıma hareketinin çizilmesinin sağlanması
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Dalga leğeni takımı • Parabolik engel • Doğrusal engel • Bir miktar su • Beyaz perde

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



Şekil-I



Şekil-II

1. **Adım:** Dalga leğenini derinliği 3 cm olacak şekilde su ile doldurunuz.
2. **Adım:** Beyaz perdeyi dalga leğeninin altını tamamen kapatacak şekilde yerleştiriniz.
3. **Adım:** Noktasal dalga kaynağını dalga leğeninin bir ucuna sabitleyiniz.
4. **Adım:** Bağlantı kablolarıyla noktasal dalga kaynağını üretece bağlayınız.
5. **Adım:** Doğrusal engeli dalga leğeninin uzun kenarına dik olacak şekilde yerleştiriniz (Şekil-I).
6. **Adım:** Dalga leğeni takımındaki lambayı yakınız.

DENEY

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Noktasal dalga kaynağını çalıştırınız. Oluşturulan dairesel su dalgalarının doğrusal engelden yansımalarını inceleyiniz. Dalga leğeninin altındaki beyaz perde üzerinde oluşan görüntüyü aşağıdaki bölgeye çiziniz.

2. Adım: Doğrusal engeli dalga leğeninden çıkartınız. Yansıtıcı yüzeyi parabolik engelin çukur yüzeyi olacak şekilde dalga leğenine yerleştiriniz (Şekil-II).

3. Adım: Noktasal dalga kaynağını çukur engelin eğrilik merkezine gelecek şekilde ayarlayınız.

4. Adım: Oluşturulan dairesel dalgaların çukur engelden yansımasını inceleyiniz. Leğenin altındaki beyaz perdede oluşan görüntüyü aşağıdaki bölgeye çiziniz.

5. Adım: Noktasal dalga kaynağını, merkez noktasıyla engel arasındaki uzaklığın tam ortası olan odak noktasına (F) yerleştiriniz.

6. Adım: Oluşturulan dairesel dalgaların çukur engelden yansımasını inceleyiniz. Leğenin altındaki beyaz perdede oluşan görüntüyü aşağıdaki bölgeye çiziniz.

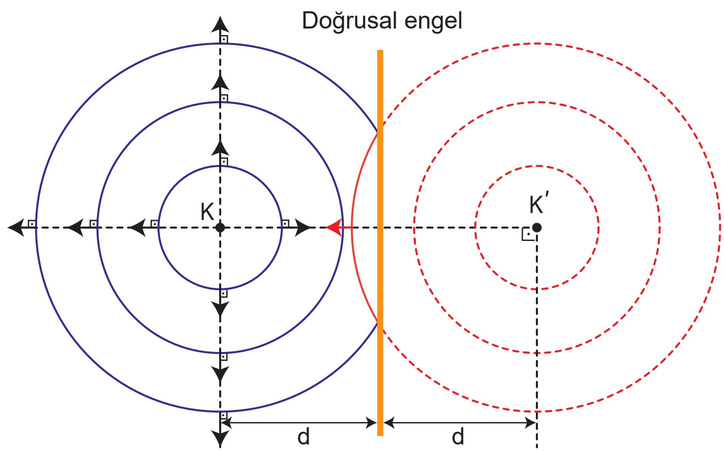
Sonuç ve Değerlendirme

1. Doğrusal engelden yansıyan dalgalar dairesel dalgalar mıdır? Gelen ve yansıyan dalgaların merkezlerinin doğrusal engele uzaklıkları için ne söylenebilir? Açıklayınız.

2. Çukur engelin merkez noktasından gelen dalgaların yansımaları dairesel midir? Yansıyan dalgaların nerede toplanıp dağıldığını gözlemlediniz mi? Açıklayınız.

3. Çukur engelin odak noktasından gelen dalgaların yansımaları doğrusal mıdır?

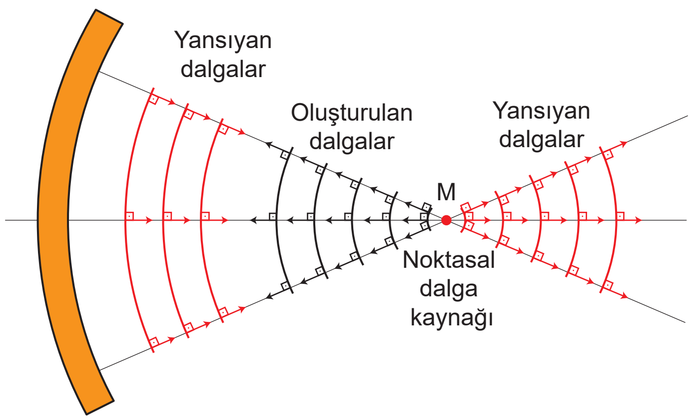
"Dairesel su dalgalarının doğrusal ve parabolik engelden yansıması" deneyinde de görüldüğü gibi doğrusal engele çarpan dairesel dalgalar, engelin arkasındaki bir noktasal kaynaktan üretiliyormuş gibi dairesel dalgalar şeklinde yansır (Şekil 3.34).



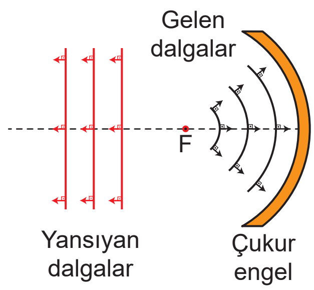
Şekil 3.34: *Doğrusal engelden yansıyan dairesel dalgaların üstten görünümü*

Dairesel su dalgalarının merkezi olan K noktasının engele uzaklığı ile engelden yansıyan dairesel su dalgalarının merkezi olan K′ noktasının engele olan uzaklığı birbirine eşittir.

Parabolik engelin eğrilik merkezine yerleştirilmiş noktasal dalga kaynağının oluşturduğu dairesel dalgalar engelin çukur yüzeyinden yansıdıktan sonra tekrar dairesel dalgalar olarak parabolik engelin merkezinde toplanır ve dairesel dalgalar olarak yayılır (Şekil 3.35).



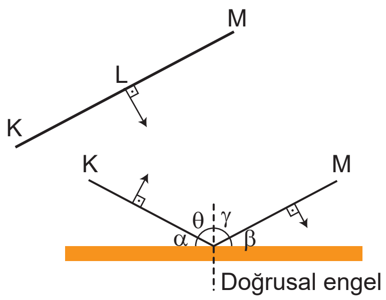
Şekil 3.35: *Eğrilik merkezine yerleştirilen noktasal dalga kaynağından çıkan dalgaların parabolik engelden yansıması*



Şekil 3.36: *Odak noktasına bırakılan noktasal dalga kaynağından yayılan dairesel dalgaların parabolik engelden yansıması*

Parabolik engelin odak noktasına yerleştirilmiş noktasal dalga kaynağının oluşturduğu dairesel su dalgaları engelin çukur yüzeyinden yansıdıktan sonra doğrusal dalga hâline gelerek engelden uzaklaşır (Şekil 3.36).

Örnek



Derinliği sabit bir dalga leğeninde oluşturulan K, L ve M doğrusal dalgasının L noktası doğrusal engele çarptığı anda dalganın görünümü şekildeki gibidir.

Buna göre

I. β açısı, dalganın gelme açısıdır.

II. θ açısı, dalganın yansıma açısıdır.

III. $\alpha = \beta$'dır.

yargılarından hangileri doğrudur?

Çözüm

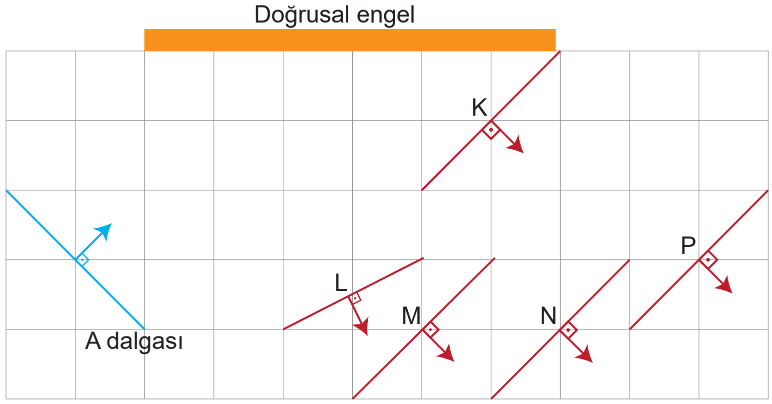
Gelen dalganın engelle yaptığı açı (β) dalganın engele gelme açısıdır (I. öncül doğru).

Yansıyan dalganın engelle yaptığı açı, yansıma açısıdır. Bu nedenle α açısı yansıma açısıdır (II. öncül yanlış).

Doğrusal su dalgaları gelme açısı ile yansıma açısı eşit olacak şekilde yansır (III. öncül doğru). Buna göre doğru cevap I ve III'tür.

Sıra Sizde - 12

Derinliği sabit bir dalga leğeninde oluşturulan A dalgasının doğrusal engelden yansıması sağlanıyor.

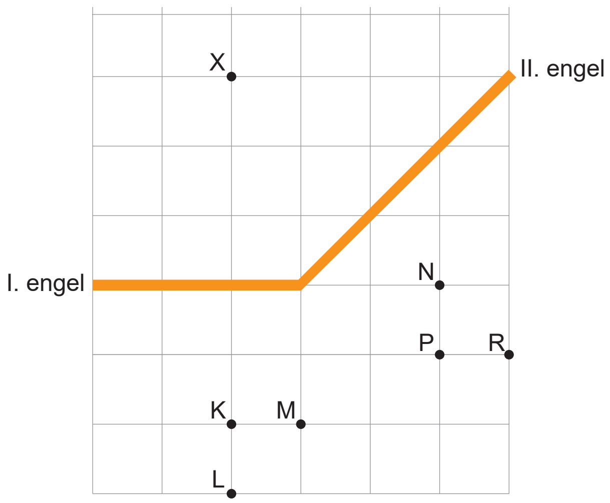


Buna göre K, L, M, N ve P dalgalarından hangisi yansıyan dalgadır? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

Çözüm

Sıra Sizde - 13

Üstten görünümü verilen derinliği sabit bir dalga leğeninde X noktasına yerleştirilmiş noktasal dalga kaynağı dairesel su dalgaları üretmektedir.



I ve II. engelden yansıyan dairesel dalgaların merkezleri hangi noktalardadır? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

A) K ve P
B) L ve R
C) M ve R
D) M ve N
E) L ve N

Çözüm

3.3.3. Ortam Derinliği ile Su Dalgalarının Yayılma Hızı Arasındaki İlişki

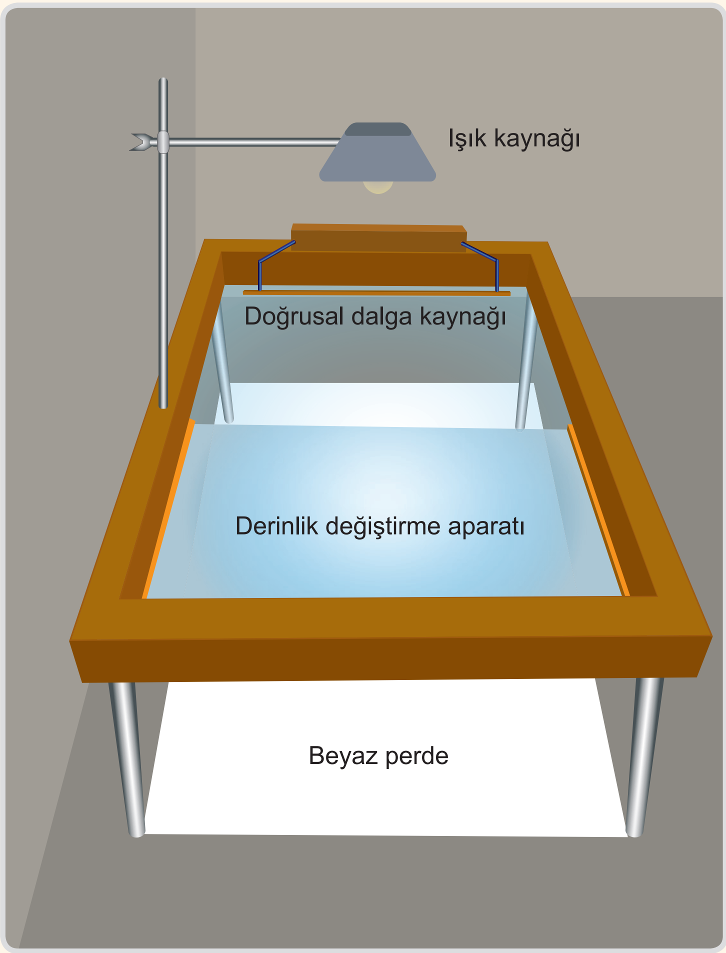
Yay ortamında oluşturulan yay dalgalarının kalın yaydan ince yaya ya da ince yaydan kalın yaya geçişi sırasında hızındaki değişimin nasıl olduğu verilmişti. Bir ortamdan derinliği farklı bir ortama geçen su dalgalarının hızının ve dalga boyunun nasıl değiştiğini incelemek için “Su dalgalarının farklı derinlikteki ortamlardan geçişi” deneyini yapınız.

DENEY

3.9. DENEY

Deneyin Adı	Su dalgalarının farklı derinlikteki ortamlardan geçişi
Deneyin Amacı	Ortam derinliğinin su dalgalarının hızına etkisinin incelenmesi ve dalga boyundaki değişiminin gözlemlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Dalga leğeni takımı • Doğrusal dalga kaynağı • Bir miktar su • Derinlik değiştirme aparatı • Beyaz perde

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



1. Adım: Dalga leğenini derinliği 2 cm olacak şekilde su ile doldurunuz.

2. Adım: Beyaz perdeyi dalga leğeninin altını tamamen kapatacak şekilde leğenin altına yerleştiriniz.

3. Adım: Doğrusal dalga kaynağını dalga leğeninin bir ucuna sabitleyiniz.

DENEY

4. Adım: Bağlantı kablolarıyla doğrusal dalga kaynağını üretece bağlayınız.

5. Adım: Camdan yapılmış derinlik değiştirme aparatını dalga kaynağına paralel olacak şekilde yerleştiriniz ve derinlikleri farklı iki ortam oluşturunuz.

6. Adım: Dalga leğeni takımındaki lambayı yakınız.

Deneyin Yapılışı

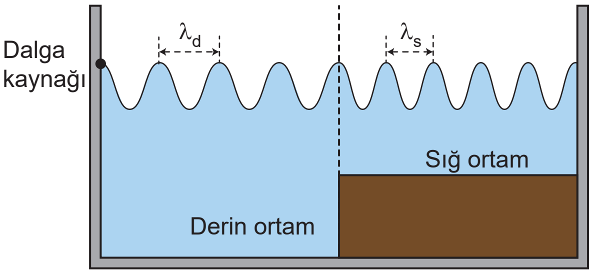
1. Adım: Doğrusal dalga kaynağını çalıştırınız. Oluşturulan doğrusal su dalgaları farklı ortama geçtiğinde dalgalarda meydana gelen değişiklikleri inceleyiniz. Dalga leğeninin altındaki beyaz perdede oluşan görüntüyü aşağıdaki bölgeye çiziniz.

Sonuç ve Değerlendirme

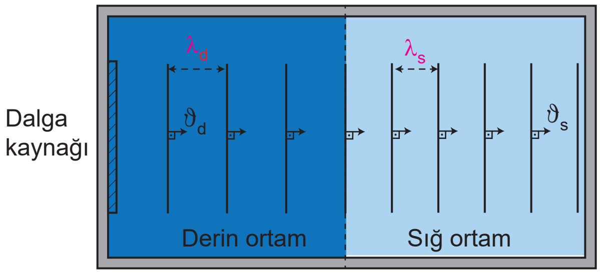
1. Doğrusal su dalgalarının farklı derinlikteki ortamlara geçtiğinde hızlarında nasıl bir değişiklik gerçekleşti? Açıklayınız.
2. Ortam değiştiren doğrusal su dalgalarının dalga boyunda meydana gelen değişikliği açıklayınız.

"Su dalgalarının farklı derinlikteki ortamlardan geçişi" deneyinde de görüldüğü gibi su dalgaları, derin ortamda sığ ortama göre daha hızlı ilerler ve bunun sonucunda sığ ortama geçen su dalgalarının dalga boyu azalır. Dalgaların frekansı dalga kaynağına bağlı olduğu için ortam değiştiren dalgaların frekansı değişmez.

Yandan görünüşü Şekil 3.37'deki gibi olan, derin ve sığ ortamları birbirinden ayıran yüzeye paralel gelen periyodik dalgaların üstten görünümü Şekil 3.38'deki gibidir.

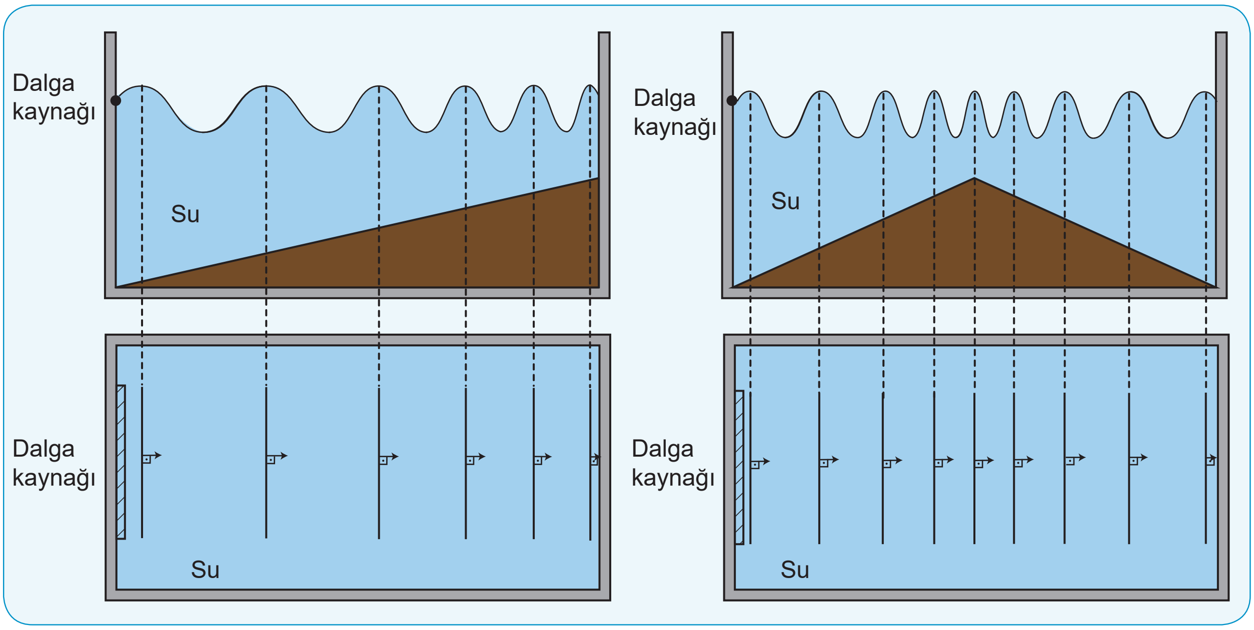


Şekil 3.37: *Farklı derinlikteki iki ortamda ilerleyen periyodik doğrusal dalgaların yandan görünümü*



Şekil 3.38: *Farklı derinlikteki iki ortamda ilerleyen periyodik doğrusal dalgaların üstten görünümü*

Su dalgalarının hızı sadece ortamın derinliğine bağlıdır. Ortam değiştiren periyodik dalgaların hızı değiştiği için dalga boyları da değişir. Ortam derinliği azaldıkça dalgaların hızı azalır ve dalga boyu küçülür (Şekil 3.39).



Şekil 3.39: *Derinliği farklı bazı ortamlarda ilerleyen doğrusal su dalgalarının yandan ve üstten görünümleri*



Şekil 3.40: *Stroboskop*

Dalga leğeninde oluşturulan su dalgaları hareketli olduklarından dalga boylarını ölçmek için dalgaların duruyormuş gibi görülmesi gerekir.

Dalgaların duruyormuş gibi algılanmasını sağlamak için kullanılan, üzerinde eşit aralıklarla yarıklar bulunan ve kendi ekseni etrafında döndürülebilen dalga boyunun ölçülmesinde kullanılan deney aletine **stroboskop** denir (Şekil 3.40). Stroboskop kendi ekseni etrafında döndürülerek üzerindeki yarıkların frekansı ile dalgaların frekansı eşitlenmeye çalışılır. Frekanslar eşitlendiğinde dalgalar duruyormuş gibi algılanır ve böylece dalga boyu ölçülür.

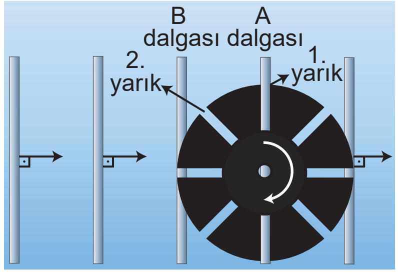
İlerleyen doğrusal su dalgalarına, orta noktasından geçen sabit bir eksen etrafında dönen stroboskobun arkasından bakıldığında Şekil 3.41'deki gibi A dalgasıyla 1. yarığın çakıştığı aynı düşey doğrultuda, B dalgası ile 2. yarık çakışırsa dalgalar duruyormuş gibi görünür. Bu durumda dalgaların frekansı

$f_D = f_S \cdot N$ ifadesiyle bulunur.

f_D: Dalgaların frekansı

f_S: Stroboskobun frekansı

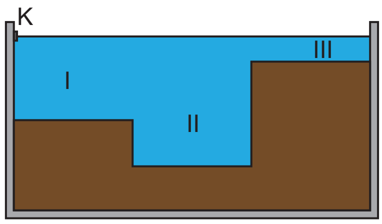
N: Stroboskoptaki yarık sayısı



Şekil 3.41: *Stroboskop ile ilerleyen doğrusal dalgaların çakışması*

Sıra Sizde - 14

Yandaki dalga leğeni su ile doludur.



Leğenin K ucunda oluşturulan doğrusal su dalgalarının leğenin karşı kenarına ulaşıncaya kadar geçen sürede üstten görünümünün nasıl olacağını çiziniz.

Çözüm

Sıra Sizde - 15

Bir ortamdan derinliği farklı bir ortama geçen doğrusal su dalgalarıyla ilgili

I. Ortamın derinliği arttıkça su dalgalarının yayılma hızı artar.

II. Ortamın derinliği azaldıkça su dalgalarının dalga boyu artar.

III. Su dalgalarının frekansı ortamın derinliğine bağlı değildir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

3.3.4. Doğrusal Su Dalgalarının Kırılma Hareketi

Su dalgalarının bir ortamdan derinliği farklı bir ortama geçerken ilerleme doğrultusunu değiştirmesi olayına **su dalgalarında kırılma** denir.

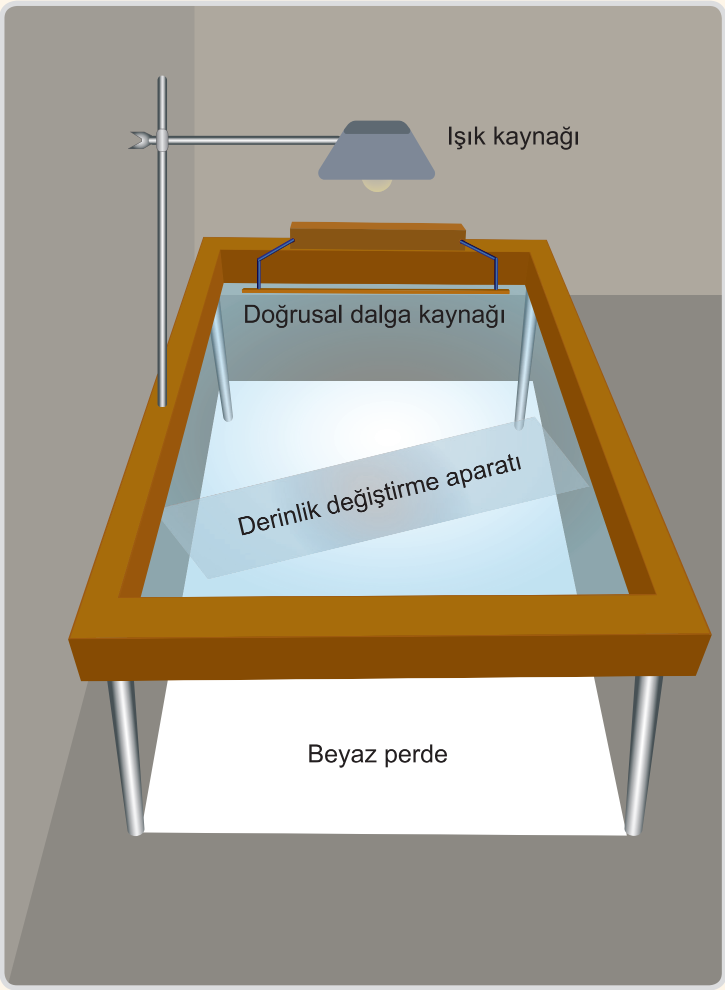
Su dalgalarında kırılma olayını incelemek için "Doğrusal su dalgalarında kırılma hareketi" deneyini yapınız.

DENEY

3.10. DENEY

Deneyin Adı	Doğrusal su dalgalarında kırılma hareketi
Deneyin Amacı	Doğrusal su dalgalarında kırılma hareketinin çiziminin sağlanması
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Dalga leğeni takımı • Doğrusal dalga kaynağı • Bir miktar su • Derinlik değiştirme aparatı • Beyaz perde

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



1. Adım: Dalga leğenini derinliği 3 cm olacak şekilde su ile doldurunuz.

2. Adım: Beyaz perdeyi dalga leğeninin altını tamamen kapatacak şekilde leğenin altına yerleştiriniz.

3. Adım: Doğrusal dalga kaynağını dalga leğeninin bir ucuna sabitleyiniz.

DENEY

4. Adım: Bağlantı kablolarıyla doğrusal dalga kaynağını üretece bağlayınız.

5. Adım: Derinlik değiştirme aparatını dalga leğenine şekildeki gibi yerleştiriniz.

6. Adım: Dalga leğeni takımındaki lambayı yakınız.

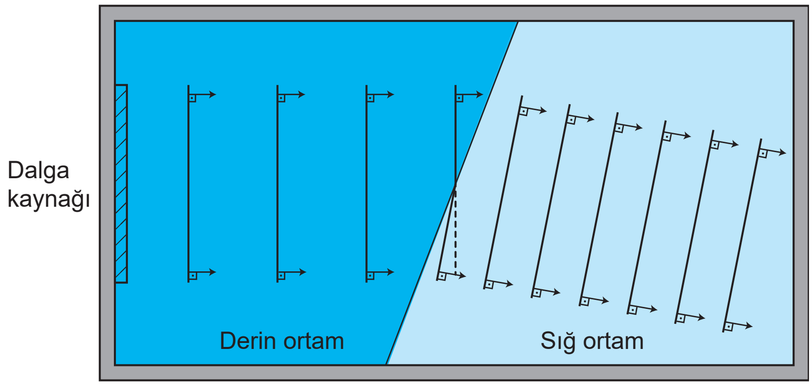
Deneyin Yapılışı

1. Adım: Doğrusal dalga kaynağını çalıştırınız. Derinlikleri farklı ortamları birbirinden ayırıcı yüzeye açılı gelen doğrusal dalgaların geçişi sırasında, dalgalarda meydana gelen değişikliği inceleyiniz. Dalga leğeninin altındaki beyaz perde üzerinde oluşan görüntüyü aşağıdaki bölgeye çiziniz.

Sonuç ve Değerlendirme

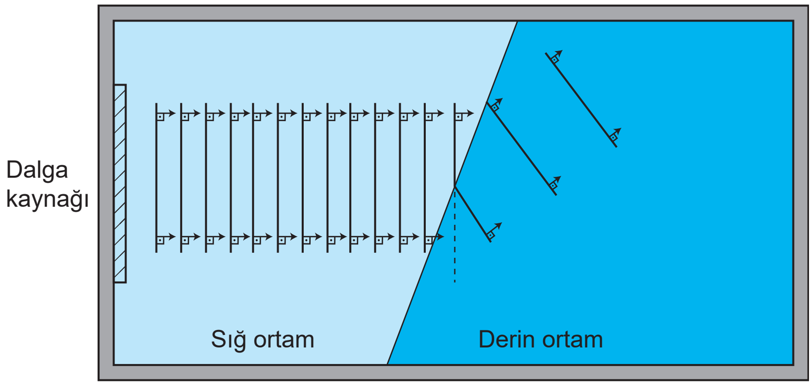
Ayırıcı yüzeye açılı gelen doğrusal su dalgalarının derin ortamdan sığ ortama geçişinde dalgaların nasıl davrandığını açıklayınız.

"Doğrusal su dalgalarında kırılma hareketi" deneyinde görüldüğü gibi derin ortamdan ayırıcı yüzeye açıyla gelen doğrusal su dalgalarının sığ ortama geçen kısımlarının hızı azalır ve dalga, doğrultusunu değiştirerek sığ ortama geçer (Şekil 3.42).



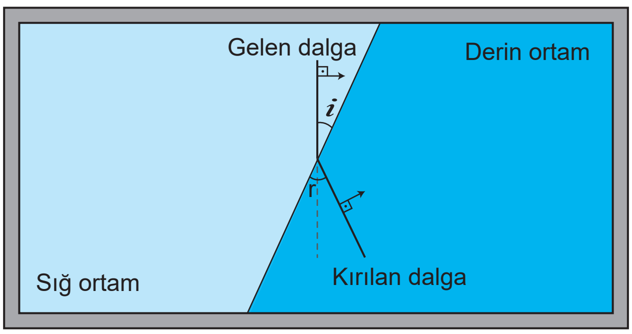
Şekil 3.42: *Derin ortamdan sığ ortama geçen doğrusal dalganın kırılması*

Sığ ortamdan ayırıcı yüzeye açılı gelen doğrusal su dalgalarının derin ortama geçen kısımlarının hızı artar ve dalgalar ilerleme doğrultusunu değiştirerek derin ortama geçer (Şekil 3.43).



Şekil 3.43: *Sığ ortamdan derin ortama geçen doğrusal dalganın kırılması*

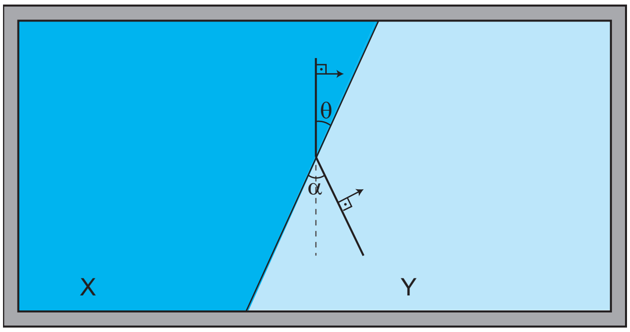
Gelen doğrusal dalgaların ayırıcı yüzey ile yaptığı açıya **gelme açısı** (i), kırılan dalgaların ayırıcı yüzey ile yaptığı açıya **kırılma açısı** (r) denir (Şekil 3.44).



Şekil 3.44: *Su dalgalarında gelme ve kırılma açısı*

Örnek

X bölgesinde oluşturulan doğrusal bir dalganın Y bölgesine geçişi anındaki üstten görünümü şekildeki gibidir.



Y bölgesine geçen dalganın ayırıcı yüzeyle yaptığı α açısını azaltmak için

I. Y ortamının derinliği azaltılmalı.

II. X ortamının derinliği artırılmalı.

III. θ açısı azaltılmalı.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

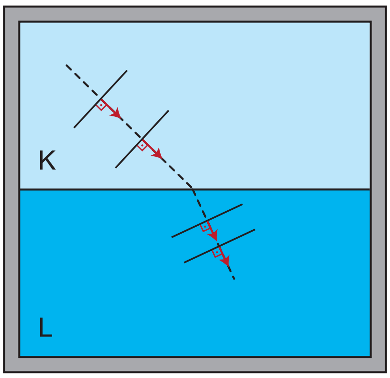
X ortamından Y ortamına geçen dalganın hızı arttığından dalga şekildeki gibi bükülmüştür. Bu durumda Y ortamı X ortamından daha derindir. Y ortamının derinliği azaltılırsa dalganın ilerleme hızındaki artış azalacağından α açısı küçülür (I. öncül doğru).

X ortamının derinliği artırıldığında dalganın X ortamında kalan kısmının hızı da artacağı için α açısı küçülür (II. öncül doğru).

Dalganın gelme açısı (θ) küçültüldüğünde kırılma açısı (α) da küçülür (III. öncül doğru).

Sıra Sizde - 16

Derinlikleri sabit ve birbirinden farklı K ve L bölgelerinden oluşan dalga leğeninde, K ortamında oluşturulan doğrusal su dalgalarının L ortamına geçişi şekildeki gibidir.



Buna göre

I. K ortamının derinliği L ortamının derinliğinden büyüktür.

II. Dalgaların K ortamındaki ilerleme hızı, L ortamındaki ilerleme hızından büyüktür.

III. L ortamına geçen dalgaların periyodu, K ortamındaki dalgaların periyodundan küçüktür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

4. BÖLÜM

SES DALGASI

Konular

3.4.1. Ses Dalgaları ile İlgili Temel Kavramlar

3.4.2. Ses Dalgalarının Tıp, Denizcilik, Sanat ve Coğrafya Alanlarında Kullanımı

Anahtar Kavramlar

- Rezonans
- Ses yüksekliği
- Ses şiddeti
- Tını
- Yankı
- Uğultu
- Gürültü
- Ses kirliliği



- **Şimşek çaktıktan bir süre sonra şimşeğin sesi duyulur. Bunun sebebi ne olabilir?**
- **Özdeş kaynaklar tarafından aynı ortamda üretilen sesler farklı işitilir mi?**

Bu bölümde yükseklik, şiddet, tını, rezonans ve yankı kavramları açıklanacaktır.

Uğultu, gürültü ve ses kirliliği kavramlarına değinilip Farabi'nin ses dalgalarıyla ilgili çalışmalarına yer verilecektir.

Günlük hayatta kaynakları birbirinden farklı olan sesler işitilir. Bu seslerin kaynakları canlı varlıklar olabildiği gibi cansız da olabilir. Canlı kaynaklar insan ve hayvanlar; cansız kaynaklar ise hoparlör, ambulans ve davul gibi kaynaklardır.

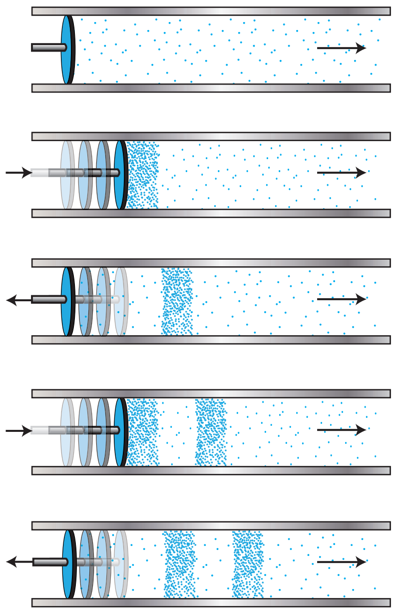
Kuvvet uygulandığında cisimler titreşim hareketi yapar. Titreşim hareketi, ortam (katı, sıvı, gaz) taneciklerini titreşime zorlar ve taneciklerin kinetik enerji kazanmalarını sağlar. Kinetik enerji kazanan tanecikler, etrafında bulunan diğer taneciklere çarparak onları titreştirir. Ortamdaki taneciklerin titreşim enerjisini birbirine aktarması sonucunda ses dalgaları oluşur.



Görsel 3.18: *Farabi (Temsilî resmi)*

Farabi (Görsel 3.18), 870 yılında Türkistan'ın Farab şehrinde doğmuştur. Farabi, hava titreşimlerinden ibaret olan ses olayının ilk mantıklı izahını yapmış ve musiki aletlerinin yapımında gerekli olan kaideleri bulmuştur.

Hava dolu borunun ucuna yerleştirilmiş sızdırmaz piston (Şekil 3.45), borunun ekseni boyunca sabit bir periyotla ileri geri hareket ettirildiğinde yakınındaki hava moleküllerini ileri iterek önce sıklaştırır. Piston geri çekildiğinde hava molekülleri tekrar seyrekleşir. Daha sonra hava molekülleri önlerindeki molekülleri sıklaştırıp gevşeterek hava ortamında yüksek basınç ve düşük basınç bölgeleri oluşturur. Bu durum, ses dalgalarının boyuna dalgalar olarak ilerlemesine neden olur.



Şekil 3.45: *Ses dalgalarının hava dolu uzun boruda ilerlemesi*

Ses dalgaları her yöne yayılan mekanik dalgalardır. Bu nedenle boşlukta (uzayda) ilerleyemez. Ortam taneciklerinin titreşim enerjisini birbirine aktarmaları sonucunda ilerledikleri için taneciklerin birbirine yakın olması ses dalgalarının süratini artırır. Ses, katılarda daha süratli, gazlarda ise daha yavaş ilerler. Ortam sıcaklığı arttıkça ortam taneciklerinin kinetik enerjileri arttığından sesin ilerleme sürati artar. Sesin sürati sadece sesin ilerlediği ortamın özelliklerine bağlıdır. Tablo 3.1'de sesin bazı ortamlardaki sürat değerleri verilmiştir.

Tablo 3.1: *Farklı Ortamlarda Sesin Sürati*

Ortam	Sürat (m/s)	Ortam	Sürat (m/s)
Hava (0 °C)	331	Demir (0 °C)	5000
Hava (20 °C)	343	Demir (20 °C)	5130
Su (0 °C)	1432	Elmas (20 °C)	12 000
Su (25 °C)	1493	Alüminyum (20 °C)	5100
Deniz suyu (25 °C)	1533	Bakır (20 °C)	3560
Cıva (25 °C)	1450	Kurşun (20 °C)	1322

3.4.1. Ses Dalgaları ile İlgili Temel Kavramlar

Yükseklik

Köpeğin çıkardığı ses, kedinin çıkardığı sesten; davulun çıkardığı ses, zurnanın çıkardığı sesten daha kalındır. İnce sesi kalın sesten ayıran özelliğe **sesin yüksekliği** denir.

Ses kaynağının frekansı arttıkça sesin yüksekliği de artar ve kaynaktan çıkan ses incelir. Yüksekliği fazla olan seslere **ince (tiz) ses** denir.

Ses kaynağının frekansı azaldıkça ürettiği sesin yüksekliği de azalır ve kaynaktan çıkan ses kalınlaşır. Yüksekliği az olan seslere **kalın (pes) ses** denir.

Ses dalgalarının frekansı ses kaynağının özelliklerine bağlı olarak değişir. Sesin yayıldığı ortamın özellikleri frekansı etkilemez. Bir telden çıkan sesin frekansı telin yapıldığı maddenin cinsine, teli geren kuvvete, telin boyuna ve kesit alanına bağlıdır.

- Aynı maddeden yapılmış uzunlukları ve gerginlikleri aynı, kalınlıkları farklı tellerden çıkan sesin frekansı telin kalınlığı arttıkça azalır.
- Aynı maddeden yapılmış kalınlıkları ve gerginlikleri aynı, uzunlukları farklı tellerden çıkan sesin frekansı telin uzunluğu arttıkça azalır.
- Aynı maddeden yapılmış kalınlıkları ve uzunlukları aynı olan teller, farklı kuvvetler ile gerildiğinde teli geren kuvvet arttıkça çıkan sesin frekansı da artar.

Müzisyenler, telli müzik aletlerinin akordunu yaparken akort burgularından yararlanır. Gitarın akort burguları sıkıştırıldığında teli geren kuvvet artar ve telden çıkan ses ince sese dönüşür (Görsel 3.19).



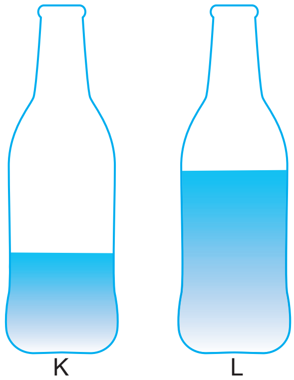
Görsel 3.19: *Akort yapılan gitar*

Boş ya da dolu şişeler de ses kaynağı olarak kullanılabilir. Şişenin ağız kısmına üflendiğinde ya da şişeye bir cisimle vurulduğunda ses çıkar.

- Bir şişenin ağzına üflendiğinde şişe içindeki hava molekülleri titreşerek ses çıkarır. Şişe içerisindeki su miktarı arttıkça hava miktarı azalır. Bu sebeple hava moleküllerinin birim zamandaki titreşim sayısı ve çıkan sesin frekansı artar.
- Bir şişeye cisimle vurulduğunda şişenin yapıldığı cam ve su molekülleri titreşerek ses çıkarır. Şişenin içindeki su miktarı arttıkça madde miktarı da artacağından birim zamandaki titreşim sayısı ve çıkan sesin frekansı azalır.

Sıra Sizde - 17

Aynı ortamda bulunan özdeş K ve L şişelerindeki su seviyesi şekildeki gibidir.



Buna göre

I. Şişelere ayrı ayrı üflendiğinde L şişesinden çıkan sesin frekansı K şişesinden çıkan sesin frekansından büyüktür.

II. Şişelere cisimle vurulduğunda K şişesinden çıkan sesin frekansı L şişesinden çıkan sesin frekansından büyüktür.

III. Şişelere cisimle vurulduğunda şişelerden çıkan sesin ortamdaki yayılma hızları eşittir.

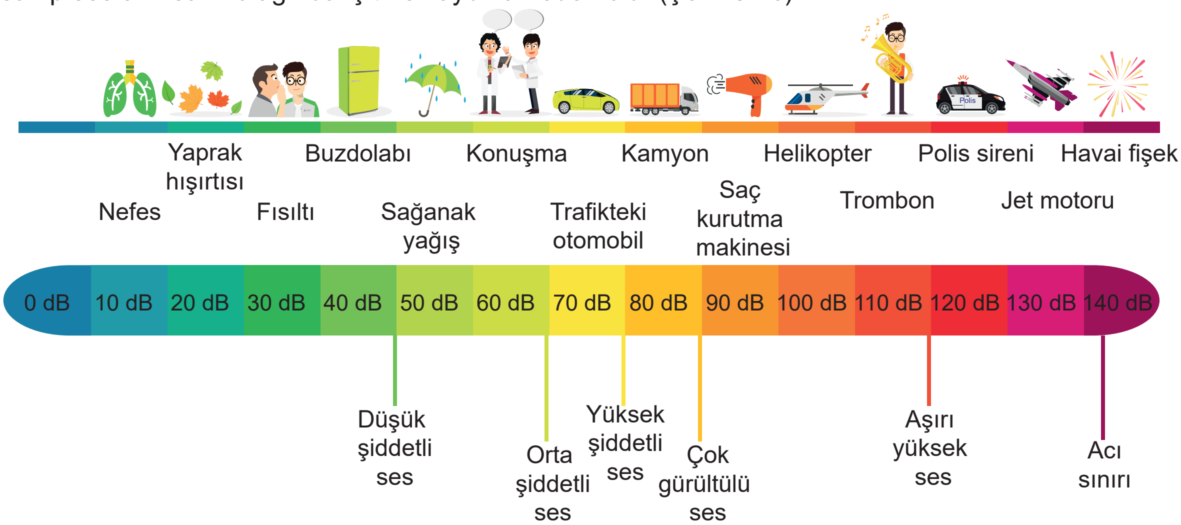
ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

İnsan kulağı frekansı 20 Hz ile 20 000 Hz arasındaki sesleri algılar. Frekansı 20 Hz'den düşük olan seslere **infrasonik ses** denir. Deprem dalgalarının ürettiği ses infrasonik sestir. Frekansı 20 000 Hz'den büyük olan seslere de **ultrasonik ses** denir. Ultrason cihazlarında ultrasonik sesten yararlanılır.

Sesin Şiddeti

Sesin şiddeti, enerjisiyle doğru orantılıdır. Ses dalgalarının taşıdığı enerjiye bağlı olarak sesin birim yüzeye birim zamanda dik olarak uyguladığı kuvvete **sesin şiddeti** denir. SI'da birimi (dB) desibel'dir. Sesin şiddeti kaynaktan uzaklaştıkça azalır. İnsan kulağı 0 dB ile 120 dB arasındaki sesleri algılayabilir. 120 dB'den daha büyük şiddete sahip sesler insan kulağında işitme kaybına neden olur (Şekil 3.46).



Şekil 3.46: *Ses şiddeti çizelgesi*

Tını

Bazı seslerin şiddeti ve frekansı aynı olmasına rağmen ses kaynağının yapısındaki farklılık nedeni ile sesler farklı işitilebilir. Piyanodan çıkan "mi" sesi ile gitar, keman ya da bağlamadan çıkan "mi" sesi farklı

kaynaklardan gelen "mi" sesi olarak algılanır. Aynı frekansta ses çıkaran kaynakları birbirinden ayıran ve ses kaynağının cinsini belirlemeye yarayan sesin özelliğine **tını** denir. Sesin bu özelliği sayesinde bir insan aynı notayı çalan iki müzik enstrümanını görmeden hangi sesin hangi enstrümandan geldiğini ayırt edebilir.

Rezonans

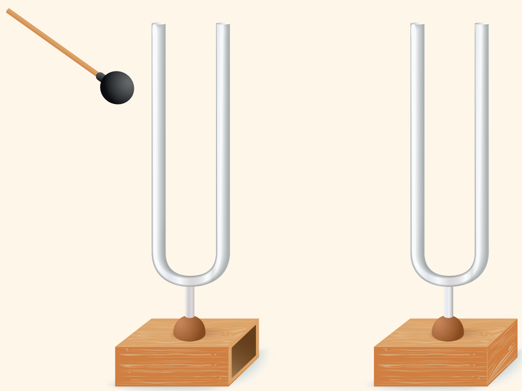
Bir ses kaynağının ürettiği ses dalgaları, çevresindeki bazı ses kaynaklarını etkileyerek titreştirebilir. Tüm titreşim hareketlerinde görülebilen bu olayı "Rezonans" deneyini yaparak inceleyiniz.

DENEY

3.11. DENEY

Deneyin Adı	Rezonans
Deneyin Amacı	Frekansları aynı olan iki ses kaynağından biri titreştirildiğinde diğer ses kaynağının etkiye bağlı olarak titreştiğinin gözlemlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• İki özdeş diyapazon • Diyapazon tokmağı

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



Deneyin Yapılışı

1. Adım: Diyapazonlardan birini deneyi yaptığınız ortamdan uzaklaştırarak diğer diyapazonun metal "U" çatalına tokmakla vurunuz ve çıkan sesi dinleyiniz.

2. Adım: Titreşen diyapazonun çatalını elinizle tutunuz. Çıkan sesi işitebiliyor musunuz?

3. Adım: Diğer diyapazonu da getirerek diyapazonları şekildeki gibi yan yana yerleştiriniz.

4. Adım: Diyapazon tokmağını, diyapazonlardan birinin metal "U" çatalına tekrar vurunuz ve oluşan sesi dinleyiniz.

5. Adım: Vurduğunuz diyapazonun metal "U" çatalını elinizle tutunuz. Sesi hâlâ işitebiliyor musunuz?

Sonuç ve Değerlendirme

1. Deneyin ikinci adımında diyapazonun kollarını tuttuğunuzda ses kesildi mi? Açıklayınız.
2. Deneyin 5. adımında diyapazonun kollarını tutmanıza rağmen sesi hâlâ nasıl işittiğinizi arkadaşlarınızla tartışınız.

"Rezonans" deneyinde yan yana getirilmiş özdeş diyapazonlardan biri titreştirildikten sonra kolları tutulduğunda ürettiği ses kesilir. Buna rağmen diğer diyapazonun aynı frekansta titreşerek ürettiği ses duyulur. İkici diyapazona vurulmadığı hâlde titreşip ses çıkarmasının nedeni rezonans olayıdır.

Bir salınım ya da titreşim hareketine aynı frekansta periyodik bir etki uygulandığında hareketin genliği büyür. Bu olaya **rezonans** denir.

Cisimlerin şekline, yapıldığı maddenin cinsine ve esnekliğine bağlı olarak sahip olduğu frekansa **doğal frekans** denir. Salınım yapan salıncağa, kendi frekansında küçük itmeler şeklinde kuvvet uygulanması sonucunda salıncak yükselebileceği en yüksek noktaya kadar yükselir.

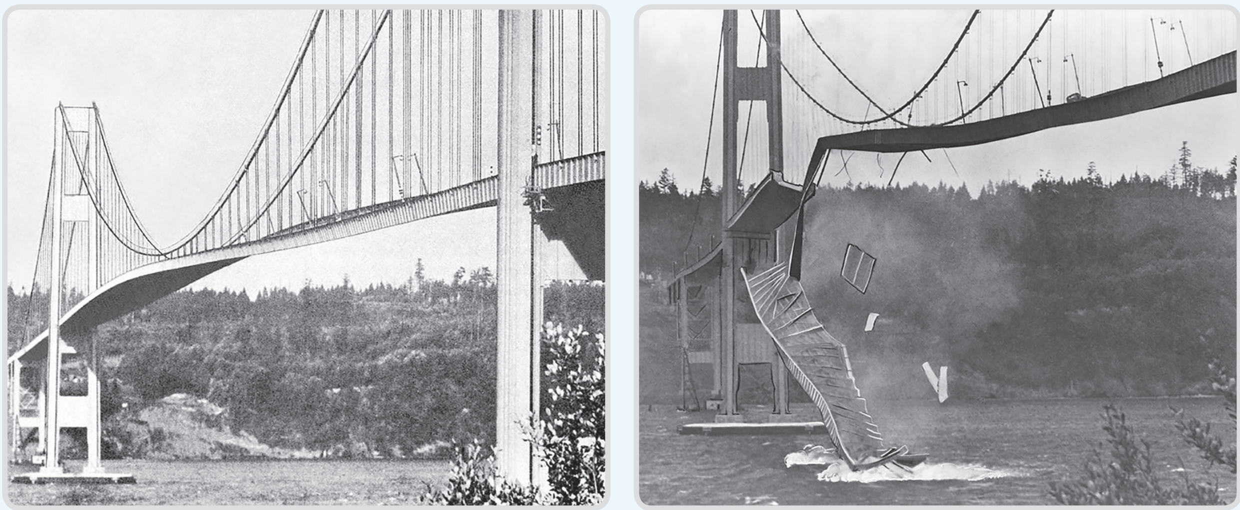
Rezonans olayının müzik, tıp, haberleşme gibi birçok alanda yararlı uygulamaları vardır. Rezonans olayı, müzik aletlerinin gövdelerinin biçimlendirilmesinde önemli rol oynar.

Görüntüleme amaçlı kullanılan MR (Manyetik Rezonans) cihazlarındaki radyo dalgaları ile vücuttaki hidrojen atomları rezonansa getirilmektedir (Görsel 3.20).



Görsel 3.20: *MR cihazı*

1940 yılında ABD'de inşa edilen dünyanın üçüncü büyük asma köprüsü olan Tacoma Narrows (Takoma Narovs) Köprüsü, yapıldıktan kısa bir süre sonra yıkılır. Bu olay rezonans ile ilgili tarihte bilinen en ilginç olaylardan biridir. 140 km/h süratle esen rüzgâra dayanabilecek bir yapıda inşa edilen köprü, 67 km/h süratle esen rüzgâra dayanamamıştır (Görsel 3.21: a). Rüzgârın frekansı köprünün doğal frekansına yakın değerlerde olduğundan köprü rezonansa gelmiş ve titreşim genliği arttığı için yıkılmıştır (Görsel 3.21: b).



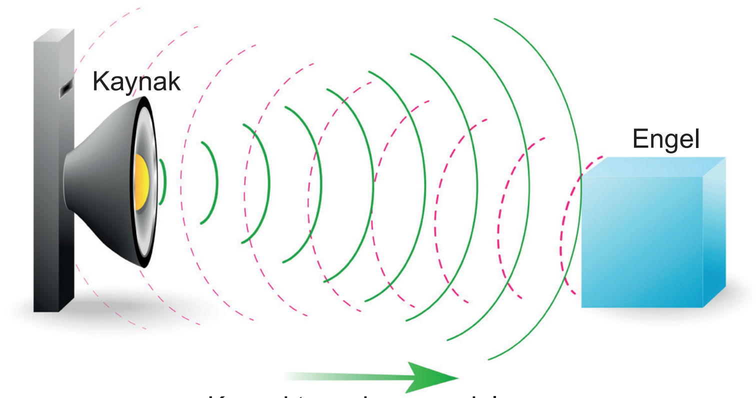
a) *b)*

Görsel 3.21: *a) Tacoma Narrows Köprüsü'nün rezonans anı*
b) Tacoma Narrows Köprüsü'nün yıkılış anı

İlginç bir olay da Fransa'da meydana gelmiştir. Sein (Sen) Nehri üzerinde bulunan bir asma köprüden askerî birlik uygun adımda geçerken askerlerin adımlarının frekansı, köprünün doğal frekansıyla eşitlendiğinden rezononsa gelen köprü yıkılmıştır.

Yankı

Yay ve su dalgalarında olduğu gibi ses dalgaları da yansıma özelliğine sahiptir. Ses dalgalarının sert bir yüzeye çarpıp ses kaynağına geri dönmesine **yankı** denir (Şekil 3.47).



Şekil 3.47: *Sesin yankılanması*

Hava ortamında 20 °C sıcaklıkta yankı olayının oluşabilmesi için ses kaynağı ile sesin yansıma yaptığı yüzey arasındaki mesafe en az 17 m olmalıdır. Bu mesafeden az ortamlarda kaynaktan çıkan ses ile engele çarpıp gelen ses ayırt edilemez.



Görsel 3.22: *Beton kırıcı*

Çevre ve sağlık sorunlarına neden olabilen, istenmeyen birçok sesin kulağa yoğun olarak gelmesiyle oluşan ses kirliliğine **gürültü** denir. Yoğun trafik, iş makineleri ve beton kırıcıları (Görsel 3.22) gürültü nedeni olabilir. Sesin gürültülü, boğuk ve anlaşılmaz olmasına da **uğultu** denir.

3.4.2. Ses Dalgalarının Tıp, Denizcilik, Sanat ve Coğrafya Alanlarında Kullanımı

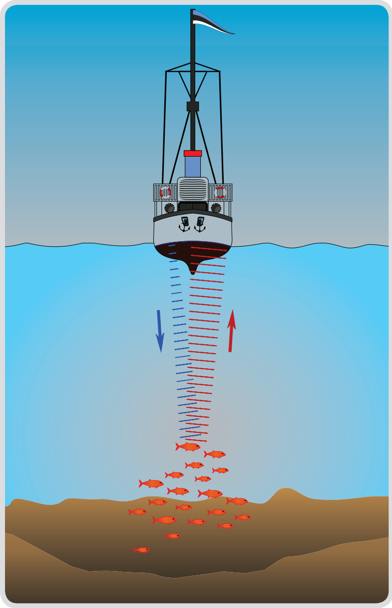
Bir engele gönderilen sesin yansıyarak kaynağa dönmesi için geçen süreden yararlanılarak engelin uzaklığı tespit edilir. Denizcilikte su altındaki nesneleri fark edebilmek ve konumlarını belirlemek için sonar cihazı geliştirilmiştir. Sonar cihazı belli aralıklarla ses dalgaları yayar. Ses dalgaları engelden yansıyarak sonara ulaşır. Sonar cihazı, gönderdiği ses dalgası ve yansıyan dalga arasındaki zaman farkını hesaplayarak sesin yansıdığı yüzey ya da cismin uzaklığı ve özellikleri hakkında bilgi verir. Balıkçılar, sonar

cihazları yardımıyla balık sürülerinin yerini, hareket yönünü, balık miktarını ve sürüde hangi balık cinsinden ne kadar bulunduğunu tespit eder (Şekil 3.48).

Ultrasonografi adı verilen cihazda ultrasonik ses dalgaları kullanılarak canlıların iç organları incelenir. Bu sayede hastalıklı dokular, ana rahmindeki ceninin üç boyutlu görüntüsü, kalp kapakçıklarının hareketi ve tümörler ile ilgili bilgiler elde edilir.

Sismik araçlar tarafından oluşturulan ses dalgalarının, yer altındaki farklı tabakalardan yansıması sonucunda su, petrol, doğal gaz ve madenlerin yerleri tespit edilir.

Farklı tür ve şekillerde ses dalgaları meydana getiren müzik aletlerinden yararlanılarak kulağa hoş gelen melodiler oluşturulur. Tiyatro salonlarında sesin daha kaliteli olması için gerekli akustik çalışmalar yapılır. Akustiğin sanattaki kullanımına Mimar Sinan'ın Selimiye Camisi'nin akustiği örnek olarak verilebilir (Görsel 3.23).



Şekil 3.48: *Sonarla balık sürülerinin tespit edilmesi*



Görsel 3.23: *Selimiye Camisi (Edirne)*

Araştırınız

Ses dalgalarının tıp, denizcilik, sanat ve coğrafya alanlarındaki kullanımını araştırınız. Araştırma sonucunu arkadaşlarınızla paylaşınız.

Sıra Sizde - 18

Ses dalgalarıyla ilgili

I. Frekansı düşük olan seslere ince ses denir.

II. Sesin sert bir yüzeye çarpıp geri dönmesine yankı denir.

III. Ses dalgaları kaynaktan uzaklaştıkça sesin şiddeti azalır.

IV. Bir ses kaynağının ürettiği dalgalardan etkilenen başka bir kaynak titreşebilir.

V. Farklı bir odada çalınan keman ile gitar seslerinin birbirinden ayırt edilebilmesine tını denir.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

Çözüm

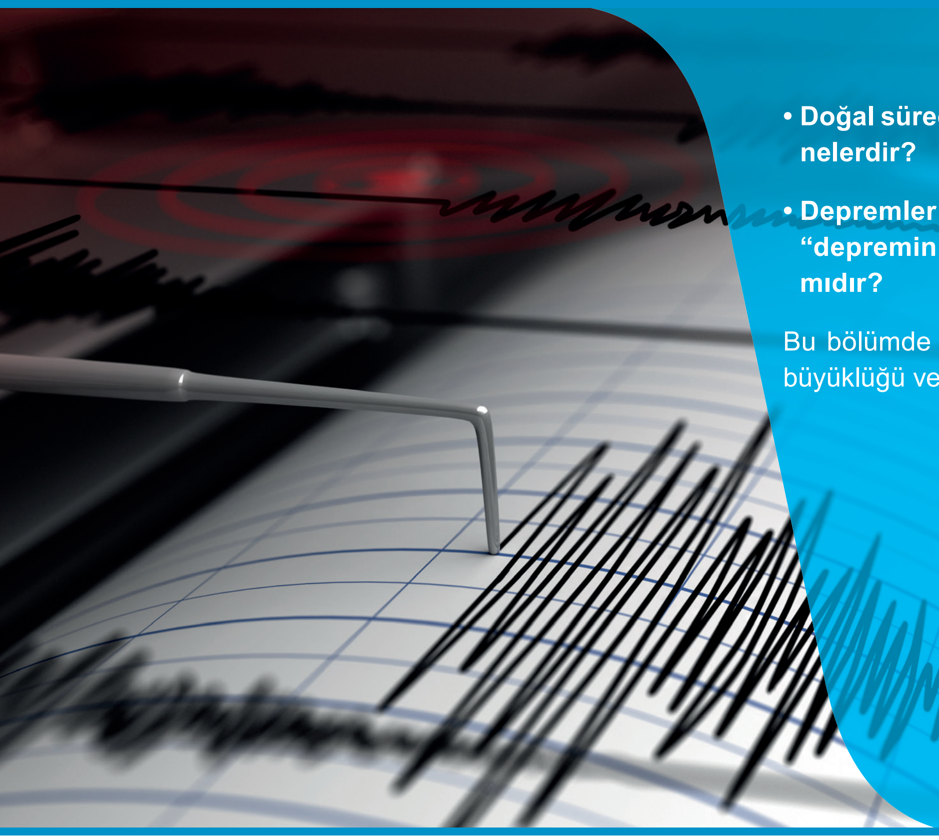
5. BÖLÜM

DEPREM DALGASI

Konular

Anahtar Kavramlar

- Deprem dalgası



- **Doğal süreçlerin neden olduğu yıkıcı doğa olayları nelerdir?**
- **Depremler için kullanılan "depremin şiddeti" ve "depremin büyüklüğü" kavramları birbiriyle aynı mıdır?**

Bu bölümde deprem dalgası tanımlanacak, depremin büyüklüğü ve şiddeti arasındaki farka değinilecektir.

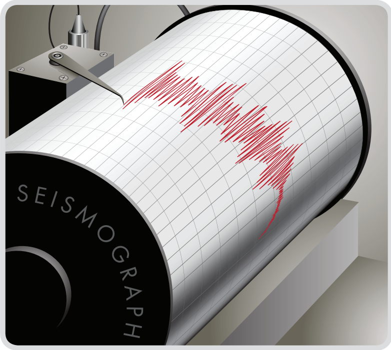
3.5.1. Deprem Dalgası

Levha hareketleri, volkanik patlamalar ve çöküntüler yer kabuğunda kırıklara neden olur. Yer kabuğundaki fay olarak adlandırılan kırıklar üzerinde biriken enerjinin boşalmasıyla meydana gelen titreşimlerin oluşturduğu dalgalara **deprem dalgası**, bu dalgaların geçtiği ortamları ve yer yüzeyini sarsması olayına ise **deprem** denir. Mekanik dalgalardan olan deprem dalgalarından bazıları enine, bazıları da boyuna dalgalardır.

Depremlerin oluşumunu, deprem ölçü aletlerini ve yöntemlerini, deprem dalgalarının yayılmasını ve depremle ilgili konuları inceleyen bilim dalına **sismoloji**, sismoloji alanında çalışan bilim insanına **sismolog** denir.

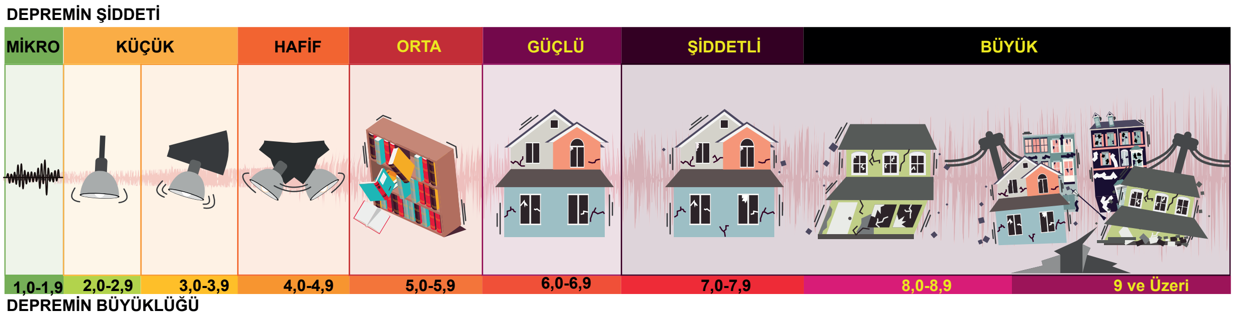
Depremin büyüklüğü, kırılan yüzeyin büyüklüğünü ve ortaya çıkan enerjinin düzeyini belirten bir ölçüdür.

Depremin büyüklüğü **sismograf** adı verilen aletle ölçülür (Görsel 3.24). Yapılan ölçüm **Richter (Rihter) ölçeği** denilen bir ölçümle tanımlanır. Bu ölçekte deprem dalgalarının büyüklüğü 1 ile 9 arasındaki rakamlarla ifade edilir. Richter ölçeğinde her birim artış, yer sarsıntılarında 10 katlık artışa karşılık gelir.



Görsel 3.24: *Sismograf*

Depremin şiddeti, herhangi bir derinlikte meydana gelen depremin doğa, bina ve insanlar üzerindeki etkilerinin ölçüsüdür. Bu etki, depremin büyüklüğü, uzaklığı ve yapıların depreme karşı gösterdiği dayanıklılığa bağlıdır (Şekil 3.49). Depremin şiddeti, depremin büyüklüğü hakkında doğru bilgi vermez.



Şekil 3.49: *Depremin şiddeti ile büyüklüğü arasındaki ilişki*

Deprem sonucunda yer yüzeyinde meydana gelen kırık ve çatlaklar depremin şiddetini göstermektedir (Görsel 3.25).



Görsel 3.25: *Deprem sonucunda yolda meydana gelen hasar*

İzleyerek Öğreniniz

Deprem simülasyonu videosunu karekoddan yararlanarak izleyiniz.

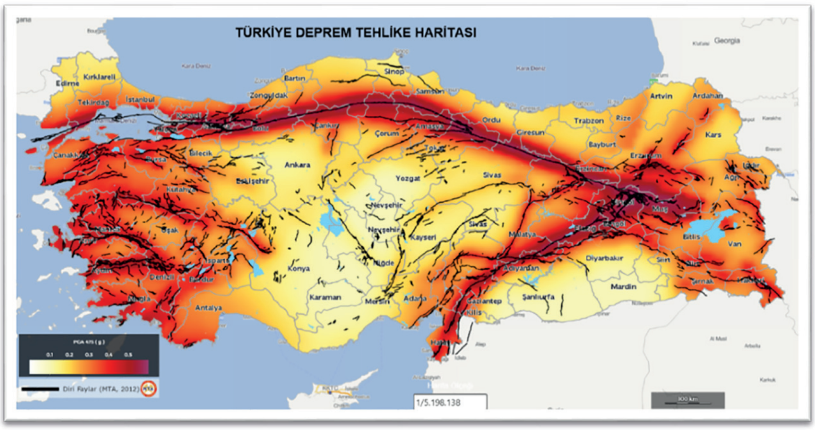
3.5.2. Deprem Kaynaklı Can ve Mal Kayıplarını Önlemeye Yönelik Çözüm Önerileri

İzleyerek Öğreniniz

Depreme hazırlık çalışmaları için Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Müdürlüğünün hazırlamış olduğu "DEPREMPARK" çalışmasını karekoddan yararlanarak izleyiniz.

Türkiye'nin büyük bir bölümü deprem kuşağındadır. Bu nedenle tarih boyunca ülkemizin farklı bölgelerinde büyük depremler meydana gelmiştir. Türkiye'de depremlerin yoğun görüldüğü alanlar Görsel 3.26'daki gibidir.

Depremin zamanı önceden bilinemez fakat zararlarından korunmak için önlemler alınabilir.



Görsel 3.26: *Türkiye deprem tehlike haritası*

Mühendisler tarafından depreme dayanıklı binalar yapılmalı ve mevcut binaların dayanıklı olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bir deprem planı oluşturularak bu planda deprem anında güvenli yerler, deprem sonrası binadan çıkış yolları belirlenmelidir. Sarsıntı anında devrilebilecek eşyalar sabit duruma getirilmeli ve içinde gerekli ihtiyaç malzemelerinin bulunduğu bir deprem çantası hazırlanmalıdır. Deprem sonrasında ise arama kurtarma çalışmalarına katılarak depremzedelerin kurtarılmasına yardımcı olunmalıdır.

İzleyerek Öğreniniz

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Müdürlüğünün hazırlamış olduğu "Depreme karşı kendini koru" simülasyonunu karekoddan yararlanarak izleyiniz.

Sıra Sizde - 19

Depremle ilgili

I. Depremin şiddeti doğa, bina ve insanlar üzerindeki etkisinin ölçüsüdür.

II. Mekanik dalgalardır.

III. Depremin büyüklüğü açığa çıkan enerjinin miktarına bağlıdır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

PROJE

DEPREM KAYNAKLI CAN VE MAL KAYIPLARINI ÖNLEYECEK BİR YAPI MODELİ OLUŞTURMAK	
İçerik	Depreme dayanıklı bir yapı modeli geliştirmek, bu yapının içinde can ve mal kaybını önlemek için gerekli bütün tedbirleri düşünmek
Süre	15 gün
Beceriler	Problem çözme, araştırma-sorgulama, bilgi teknolojilerini kullanma ve iletişim becerisi
Beklenen Performans	Grup çalışması yapma, araştırma, proje üretme, rapor hazırlama, bilgisayar destekli sunum yapma
Değerlendirme	Puanlama

Ölçüt Grubu	Ölçütler	Beklenen Seviyenin Altında (1)	Beklenen Seviyede (2)	Beklenen Seviyenin Üstünde (3)
Grup çalışması	Grup üyeleri üzerine düşen görevi yaptı.			
	Grup üyeleri birlikte çalıştı.			
Araştırma yapma	En az 4 kaynaktan yararlanıldı.			
	Bilgisayar ve Genel Ağ'dan yararlanıldı.			
	Üniversitelerdeki ilgili bölümlerle koordinasyonlu bir şekilde çalışıldı.			
Rapor hazırlama	Raporda istenilen bilgiye yer verildi.			
	Yapılan çalışmalar özetlendi.			
	Yazım kurallarına dikkat edildi.			

PROJE

PROJE

Proje	Deprem kaynaklı can ve mal kaybını önleyecek bir yapı projesi geliştirildi.			
	Proje uygulanabilirdir.			
	Proje özgündür.			
Sunum	Bilgisayar ve Genel Ağ kullanıldı.			
	Sunum anlaşılır bir şekilde yapıldı.			
Gerekli eklemeler				

Bu çalışmada sizlerden deprem kaynaklı can ve mal kaybını önleyecek bir yapı modeli geliştirmeniz istenmektedir. Bu proje çerçevesinde gerekli araştırmaları yapınız. Çalışmalar sonucunda yaptığınız projeyi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Bu çalışmayı yaparken aşağıdaki adımları takip etmeniz sizlere kolaylık sağlayacaktır.

1. Altışar kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Proje yaparken gerekli çalışmaların planlamasını yapınız.
3. Planlama doğrultusunda görev dağılımı yapınız.
4. Yaptığınız araştırmalar ışığında deprem kaynaklı can ve mal kaybını önleyecek bir yapı modeli oluşturulması için gerekli tedbirleri tartışınız.
5. Deprem kaynaklı can ve mal kaybını önleyecek bir yapı modeli oluşturulması için gerekli tedbirleri proje olarak geliştiriniz.
6. Proje için gerekli bütçe planlamasını yapınız.
7. Yaptığınız araştırmaları, bütçe giderlerini ve çözüm önerilerini bir rapor hâline getiriniz.
8. Projenizi tanıtmak için broşür, poster ve bilgisayar sunumu hazırlayınız.

Yapılan araştırmaları ve çalışmaları belirtilen tarihte bir rapor hâlinde ve bilgisayar sunumu ile sınıf ortamında arkadaşlarınız ve öğretmeninizle paylaşınız. Yaptığınız çalışmaların ne oranda gerçekleştiğini belirterek bir değerlendirme yapınız.

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

atma	stroboskop	titreşim hareketi
enine	sismograf	derinliği
frekans	dalga tepesi	mekanik
enerji	dalga boyu	dalga hareketi

1. Kısa süreli oluşturulan dalga parçasına .... denir.
2. Depremin büyüklüğünü ölçen cihazlara .... denir.
3. Elektromanyetik dalgalar titreşim doğrultularına göre .... dalgalardır.
4. Cisimlerin sabit bir eksen veya denge konumuna göre tekrarlanan hareketine .... denir.
5. Bir dalganın genliği artırılırsa .... artar.
6. Ses kaynağının bir saniyede ürettiği dalga sayısına .... denir.
7. Bir sarsıntının ve titreşimlerin esnek ortamda yayılmasına .... denir.
8. Bir dalga leğeninde oluşturulan su dalgalarının üzerindeki en yüksek noktalara .... denir.
9. Özellikleri değişmeyen bir ortamda oluşan periyodik dalgaların frekansı artırılırsa .... azalır.
10. Suyun .... değiştirilmeden kaynağın frekansı artırılırsa dalga boyu küçülür.
11. Doğrusal su dalgalarının frekansının ve dalga boyunun ölçülmesinde kullanılan alete .... denir.
12. Yayılabilmeleri için maddesel ortamlara ihtiyaç duyulan dalgalara .... dalga denir.

B) Aşağıdaki soruların cevaplarını boş bırakılan alana yazınız.

13. Gerilmiş bir yay üzerinde ilerleyen bir atma, bir engele çarptığında yansır. Atmanın geldiği ucun sabit veya serbest olması atmanın ne şekilde yansıyacağını belirler.

    Bir öğrenci baş yukarı oluşturduğu atmanın yansıdıktan sonra baş aşağı döndüğünü gözlemliyor ise buna göre öğrenci atmayı hangi çeşit uca göndermiştir?

    Cevap: ....

14. Azra, yaptığı deneyde dalga kaynağından çıkan dalgaların dalga boyunu ölçerek dalganın hızına bölüyor.

    Buna göre Azra'nın bulduğu bu büyüklük dalganın hangi fiziksel niceliğidir?

    Cevap: ....

15. **Depremin kaynağından çıkan enerjinin büyüklüğü hangi ölçek ile tanımlanır?**

    Cevap: ....

16. Bir ortamdan diğer ortama geçen su dalgasının bir süre sonra hızının azaldığı gözlemleniyor.

    Su dalgasının hızının azalması ortamın hangi niceliğinin değişiminden kaynaklanmaktadır?

    Cevap: ....

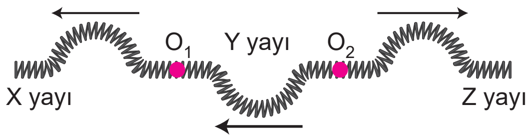
17. Bir balıkçı durgun denizde ava çıkıyor. Bir süre sonra balık sürülerinin yerlerini belirlemek için elektronik ses dalgaları yayan bir cihazdan yararlanıyor.

    Balıkçının denizde balıkların yerini tespit etmek için yararlandığı cihazın adı nedir?

    Cevap: ....

C) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

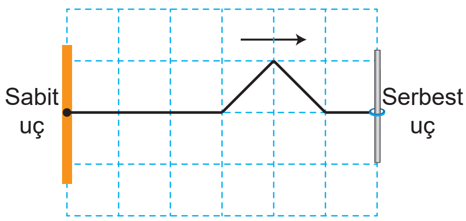
18. X, Y ve Z yayları O_1 ve O_2 noktalarından birleştirilmiştir. X yayından baş yukarı oluşturulan bir atma O_1 noktasına gönderiliyor. Yansıma ve iletimlerden sonra yaylar üzerindeki atmaların yönleri şekildeki gibidir.



Buna göre atmaların yaylarda ilerleme hızlarının büyüklükleri ϑ_X, ϑ_Y ve ϑ_Z ise bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A) $\vartheta_X = \vartheta_Y > \vartheta_Z$
B) $\vartheta_Z > \vartheta_X > \vartheta_Y$
C) $\vartheta_X > \vartheta_Y > \vartheta_Z$
D) $\vartheta_Z > \vartheta_X = \vartheta_Y$
E) $\vartheta_Y > \vartheta_Z = \vartheta_X$

19. Eşit bölmelendirilmiş kare düzlemine yerleştirilen şekildeki gergin ve türdeş bir yayda oluşturulan atmanın hızı 1 br/s'dir.



Atma şekildeki konumdan geçtikten kaç saniye sonra yayda bir an için atma gözlenmez?

A) 2 B) 4 C) 7 D) 8 E) 11

20. Ses dalgalarıyla ilgili

I. Mekanik dalgadır.

II. Boyuna dalgadır.

III. Ses kaynağından uzaklaştıkça sesin şiddeti azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

21. Bir dalga leğeninde bir kaynaktan çıkan dalgaların dalga boyu λ, frekansı f ve hızının büyüklüğü ϑ'dir.

Dalga kaynağının özellikleri değiştirilmeden dalga leğenine bir miktar su eklenirse

I. f değişmez.

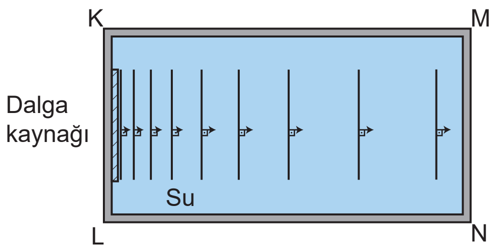
II. λ artar.

III. ϑ artar.

ifadelerinden hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

22. Bir dalga leğeninde K-L kenarından üretilen dalgaların M-N kenarına doğru ilerlemeleri şekildeki gibidir.



Buna göre

I. K-L kenarından M-N kenarına gittikçe derinlik artmaktadır.

II. Dalga kaynağının frekansı artmaktadır.

III. Dalga kaynağının periyodu artmaktadır.

ifadelerinden hangileri doğru olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

23. I. Frekansı düşük olan seslere kalın ses denir.

II. Frekansı yüksek olan seslere ince ses denir.

III. Farklı müzik aletlerinden eşit frekansta çıkan seslerin farklı algılanmasına tını denir.

Ses ile ilgili yukarıdaki bilgilerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

24. İki farklı yay birbirine bağlanarak ince yaydan kalın yaya bir atma gönderiliyor.

Buna göre iletilen ve yansıyan atma için

I. Genlikleri

II. Süratleri

III. Genişlikleri

ifadelerinden hangileri iki atma için de <u>kesinlikle</u> farklıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I ve III

25. Bir dalga leğeninde oluşturulan su dalgası için

I. Leğenin derinliği aynı kalmak şartıyla dalganın frekansı artırılırsa dalga boyu azalır.

II. Dalga kaynağının özellikleri değiştirilmeden suyun derinliği azaltılırsa dalga boyu azalır.

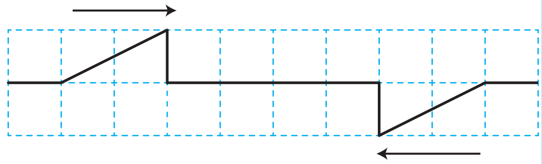
III. Dalganın genliği artırılırsa dalganın enerjisi artar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

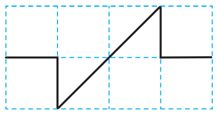
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

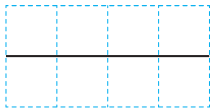
D) II ve III E) I, II ve III

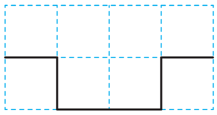
26. Bir yay üzerinde şekildeki gibi oluşturulan atmaların ilerleme hızı 1 br/s'dir.

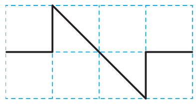


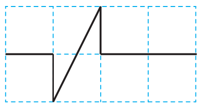
Buna göre atmalar şekildeki konumdan geçtikten 3 s sonra yayın bir anlık görünümü nasıl olur?

A) 

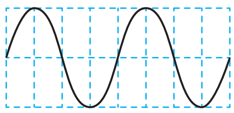
B) 

C) 

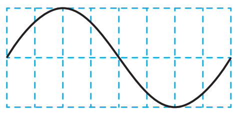
D) 

E) 

27. Aynı ortamda bulunan X ve Y dalgaları şekildeki gibidir.



X dalgası



Y dalgası

Buna göre

I. X dalgasının dalga boyu Y dalgasının dalga boyundan küçüktür.

II. X dalgasının frekansı Y dalgasının frekansından büyüktür.

III. X ve Y dalgalarının hızları birbirine eşittir.

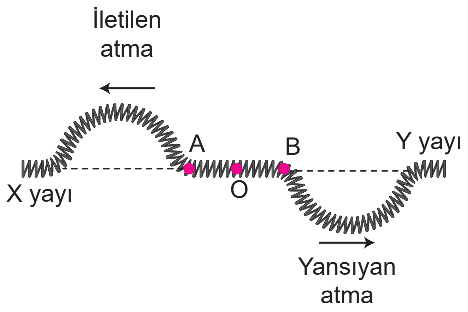
ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

28. Farklı kalınlıkta iki yay O noktasında birleştiriliyor. Y yayı üzerinde oluşturulan bir atma O noktasına gönderildiğinde iletilen ve yansıyan atmalar şekildeki gibi oluyor.



Buna göre

I. X yayı Y yayından kalındır.

II. Atmanın X yayındaki ilerleme hızı Y yayındaki ilerleme hızından büyüktür.

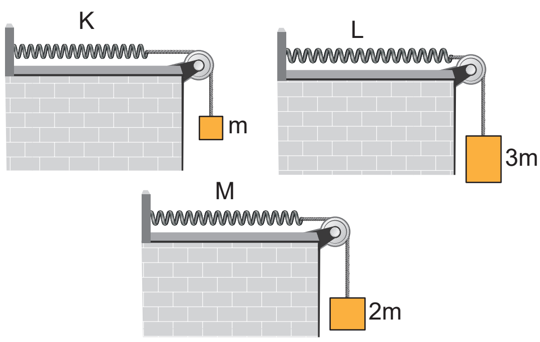
III. İletilen ve yansıyan atmaların birleşme noktasına olan uzaklıkları arasındaki ilişki |AO| > |BO| dur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

29. Özdeş K, L ve M yaylarına şekildeki gibi sırasıyla m, 3m ve 2m kütleli cisimler asılıyor. Yaylarda oluşturulan atmaların hızları ϑ_K, ϑ_L ve ϑ_M oluyor.



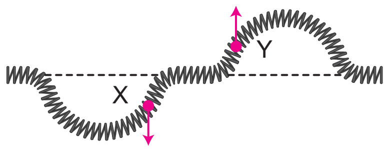
Buna göre ϑ_K, ϑ_L, ϑ_M arasındaki ilişki nedir?

A) $\vartheta_K > \vartheta_L > \vartheta_M$ B) $\vartheta_M > \vartheta_L > \vartheta_K$

C) $\vartheta_L > \vartheta_M > \vartheta_K$ D) $\vartheta_L > \vartheta_K > \vartheta_M$

E) $\vartheta_K > \vartheta_M > \vartheta_L$

30. Türdeş yay üzerinde oluşturulan iki özdeş atmanın üzerindeki X ve Y noktalarının titreşim yönleri şekildeki gibidir.



Buna göre

I. Atmaların hızlarının büyüklükleri eşittir.

II. Atmalar bir süre sonra birbirini söndürür.

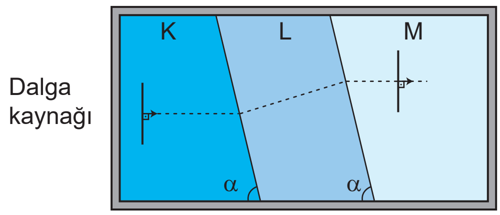
III. Atmalar zıt yönde hareket etmektedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

31. K ortamında oluşturulan doğrusal bir su dalgasının L ve M ortamlarındaki ilerleyişi şekildeki gibidir.



Buna göre

I. K ve M ortamlarının derinlikleri aynıdır.

II. Dalganın K, L ve M ortamlarındaki periyodu eşittir.

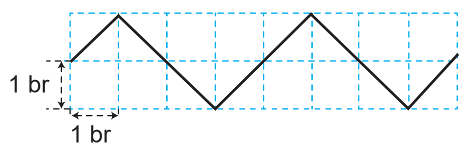
III. Dalga en yavaş L ortamında ilerler.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

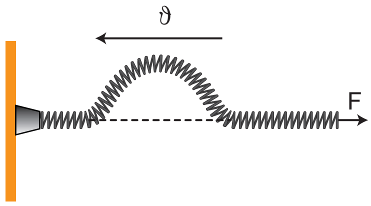
32.



Şekildeki dalganın dalga boyu kaç br'dir?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

33. F kuvvetiyle gerilmiş türdeş bir yayda şekildeki gibi bir atma oluşturuluyor.



Oluşturulan atmanın hızının büyüklüğünü artırmak için

I. Yayı geren kuvvetin büyüklüğünü artırmak

II. Yayın birim uzunluğunun kütlesini artırmak

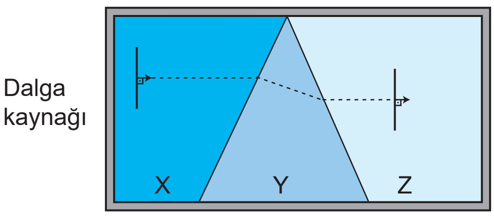
III. Kaynağın frekansını artırmak

işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

34. X ortamında oluşturulan su dalgasının Z ve Y ortamlarındaki ilerleyişi şekildeki gibidir.



Buna göre

I. Derinliği en fazla olan Z ortamıdır.

II. Dalganın en yavaş ilerlediği ortam X ortamıdır.

III. Dalganın X, Y ve Z ortamlarındaki frekansları eşittir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

35. Aşağıdaki dalga çeşitlerinden hangisi taşıdığı enerjiye göre diğerlerinden farklıdır?

A) Yay dalgaları

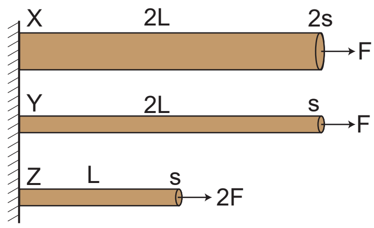
B) Su dalgaları

C) Elektromanyetik dalgalar

D) Ses dalgaları

E) Deprem dalgaları

36. Uzunlukları ve kesit alanları şekilde verilen aynı maddeden yapılmış X, Y ve Z tellerine sırasıyla F, F ve 2F büyüklüğünde kuvvetler uygulanıyor. Teller titreştirildiğinde çıkan seslerin frekansları f_X, f_Y ve f_Z oluyor.



Buna göre f_X, f_Y ve f_Z arasındaki ilişki nedir?

A) $f_X > f_Y > f_Z$ B) $f_X > f_Z > f_Y$

C) $f_Y > f_X > f_Z$ D) $f_Z > f_Y > f_X$

E) $f_Y > f_Z = f_X$

37. İnce yaydan kalın yaya gönderilen atma birleşme noktasına geldiğinde atmanın bir kısmı iletilip bir kısmı yansıyor.

Buna göre gelen atmayla yansıyan atmanın

I. Genlikleri

II. Yayılma hızlarının büyüklükleri

III. Genişlikleri

ifadelerinden hangileri iki atma için de aynıdır?

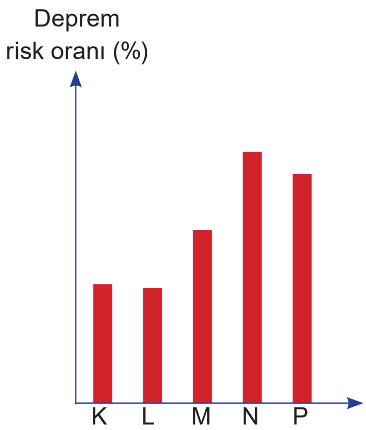
A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

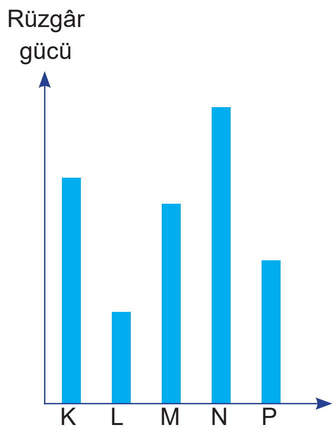
D) II ve III E) I, II, III

D) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

38. İnşaat maliyetleri bölgelerin coğrafi özelliklerine göre farklılık göstermektedir. İnşaat yapımında bölgenin deprem riski ve yıllık rüzgâr gücü göz önünde bulundurulmalıdır. Deprem riskine karşı inşaatların radye temel üzerine yapılması, taşıyıcı kolonlarının fazlalığı ve rüzgârların oluşturabileceği çatı uçmalarına karşı çatı bağlantıları ile gerekli havalandırmaların yapılması bina maliyetini artırır.

K, L, M, N ve P bölgelerine ait deprem riski oranı ve rüzgâr gücü sütun grafikleri şekildeki gibidir.

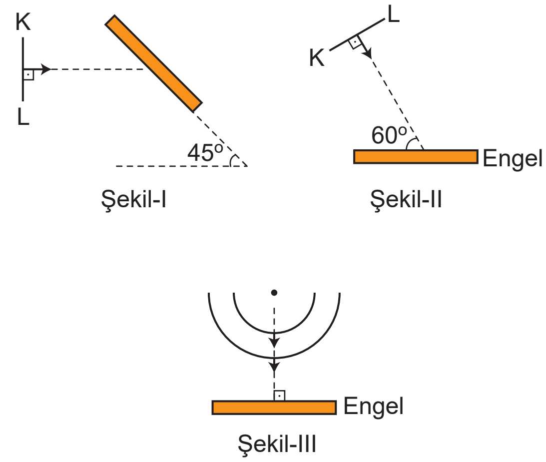




Yukarıdaki grafiklere göre bina yapımında maliyetin en çok ve en az olduğu bölgeler hangileridir?

Çözüm

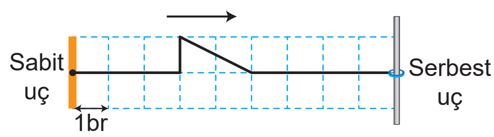
39. Oluşturulan su dalgaları bir düzlem engele gönderiliyor.



Buna göre Şekil-I, II ve III'teki engelden yansıyan dalgaların görünümünü çiziniz.

Çözüm

40. Gergin bir ip üzerinde oluşturulan bir atma 1 br/s hızla ilerlemektedir.



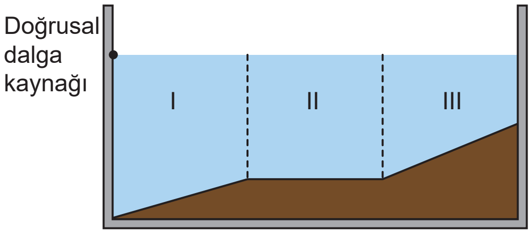
Atmanın şekildeki konumdan geçtikten 18 saniye sonraki görünümünü çiziniz?

Çözüm

41. Mekanik ve elektromanyetik dalgaların tanımını yaparak aralarındaki farkları kısaca açıklayınız.

Çözüm

42. Düşey kesiti verilen dalga leğeninde doğrusal su dalgaları oluşturulmaktadır.



Buna göre ilerleyen dalgaların üstten görünümünü çiziniz.

Çözüm

43. Özellikleri her yerinde aynı olan gergin bir yayda farklı iki kaynaktan periyodik dalgalar üretiliyor.

Üretilen dalgaların

I. Frekansları

II. Genlikleri

III. İlerleme hızları

ifadelerinden hangileri kesinlikle birbirine eşittir?

Çözüm

44. **Ses dalgası ile ilgili**

I. Frekansı düşük olan seslere ince ses denir.

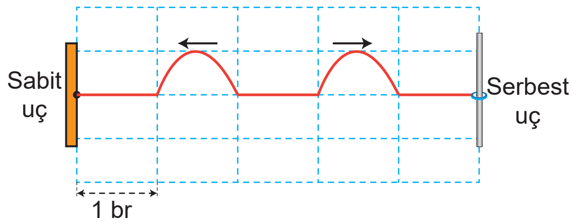
II. Ses dalgaları boyuna titreşen dalgalardır.

III. Ses dalgası boşlukta yayılır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

45. İlerleme yönleri verilen atmalar 1 br/s hızla ilerlemektedir.



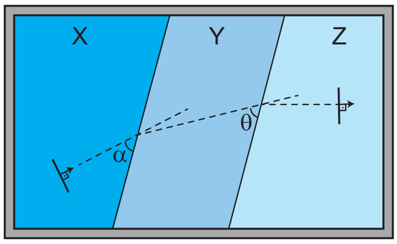
Atmalar şekildeki konumdan geçtikten kaç saniye sonra ilk kez birbirini söndürür?

Çözüm

46. **Dalganın hızı, genlik, frekans ve dalga boyu kavramlarını birer cümle ile açıklayınız.**

Çözüm

47. Derinlikleri farklı X, Y ve Z bölgelerinden oluşan bir dalga leğeninde X bölgesinde oluşturulan doğrusal bir dalganın izlediği yolun üstten görünümü şekildeki gibidir.



Dalganın ilerleme doğrultusunun ayırıcı yüzeylerle yaptığı açılar arasında $\theta > \alpha$ ilişkisi olduğuna göre ortamların derinlikleri h_X, h_Y ve h_Z arasındaki ilişki nedir?

Çözüm

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

48. **Bir orkestrada bulunan enstrümanların aynı notaları çaldıkları hâlde kulakta farklı bir etki oluşturmalarının nedeni sesin hangi özelliği ile açıklanabilir?**

Çözüm

49. Kulaklıkla müzik dinleyen Osman, ses seviyesini artırarak sesi daha fazla duyulabilir hâle getiriyor.

Osman yaptığı işlem ile sesin

I. Frekansı

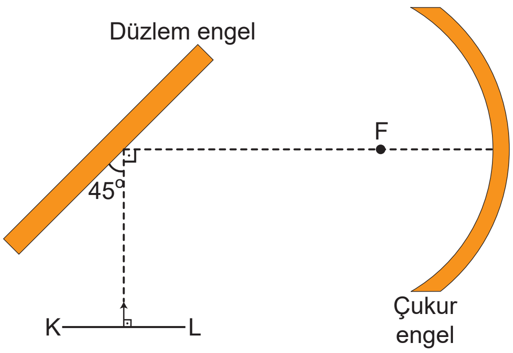
II. Şiddeti

III. Tınısı

özelliklerinden hangilerini artırmıştır?

Çözüm

50. Düz bir engele şekildeki gibi gönderilen doğrusal su dalgası düz engelden yansıdıktan sonra çukur engele ulaşıyor.



Buna göre çukur engelden yansıyan dalgayı çiziniz?

Çözüm

51. Depremin şiddeti, çevre ve canlılar üzerindeki etkisinin ölçüsüdür.

Buna göre depremin şiddeti

I. Depremin meydana geldiği noktaya uzaklığına

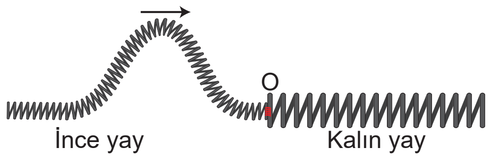
II. Depremin büyüklüğüne

III. Yapıların depreme karşı dayanıklılığına

ifadelerinden hangilerine bağlıdır?

Çözüm

52. İnce yayda oluşturulan bir atma kalın yaya gönderiliyor. Atmanın bir kısmı yansırken bir kısmı kalın yaya geçiyor.



Kalın yaya geçen atmanın

I. Hızı azalır.

II. Genişliği azalır.

III. Frekansı azalır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

53. Türdeş bir yayda oluşturulan periyodik dalgaların dalga boyu λ, hızlarının büyüklüğü ϑ'dir.

Yay üzerinde alınan x uzunluğunda n tane dalga tepesi oluştuğuna göre dalgaların periyodunu veren ifadeyi x, ϑ ve n cinsinden bulunuz?

Çözüm

4. ÜNİTE

OPTİK



Bu ünitede ışığın davranış modelleri açıklanıp ışık şiddeti, ışık akısı ve aydınlanma şiddeti kavramları arasında ilişki kurularak saydam ve yarı saydam olan maddeler ile saydam olmayan maddelerin ışık geçirme özellikleri açıklanacaktır.

Işığın yansıması, su dalgalarında yansıma olayıyla ilişkilendirilip düzlem aynada görüntü oluşumu açıklanarak küresel aynalarda odak noktası, merkez, tepe noktası ve asal eksen kavramları ile küresel aynalarda görüntü oluşumu ve görüntünün özellikleri üzerinde durulacaktır.

Işığın kırılması, su dalgalarında kırılma olayı ile ilişkilendirilip ışığın tam yansıma olayı ve sınır açısı analiz edilerek farklı ortamda bulunan bir cismin görünür uzaklığını etkileyen sebepler açıklanacak, merceklerin özellikleri, mercek çeşitleri ve merceklerin oluşturduğu görüntünün özellikleri ifade edilecektir.

Işık prizmalarının özellikleri ve cisimlerin renkli görülmesinin sebepleri açıklanacaktır.

1. **BÖLÜM:** AYDINLANMA
2. **BÖLÜM:** GÖLGE
3. **BÖLÜM:** YANSIMA
4. **BÖLÜM:** DÜZLEM AYNA
5. **BÖLÜM:** KÜRESEL AYNALAR
6. **BÖLÜM:** KIRILMA
7. **BÖLÜM:** MERCEKLER
8. **BÖLÜM:** PRİZMALAR
9. **BÖLÜM:** RENK

1. BÖLÜM

AYDINLANMA

Konular

Anahtar Kavramlar

- Aydınlanma şiddeti
- Işık şiddeti
- Işık akısı

- **Karanlık bir ortamda yanan bir mumun yanına bir mum daha eklenirse ışığın hangi özelliği değişir?**
- **Bir kaynaktan çıkan ışık ışınları nasıl bir yol izler?**

Bu bölümde ışığın davranış modelleri açıklanıp aydınlanma şiddeti, ışık şiddeti ve ışık akısı kavramları arasında ilişki kurularak bu kavramların matematiksel modelleri verilecektir.

4.1.1. Işığın Davranış Modelleri

Işık ve ışık olaylarını inceleyen fiziğin alt dalına **optik** denir. Işık ile ilgili ilk çalışmalar, Antik Mısır ve Yunan filozoflarının yaşadığı döneme kadar gitmektedir. 17. yüzyılın sonlarına kadar yapılan çalışmalar cisimlerin nasıl görüldüğü ile ilgilidir. Bu dönemlerde görme olayının gözden cisimlere, cisimlerden göze gelen ışınlar ile gerçekleştiği ileri sürülmüştür.

Işığın yapısını açıklamaya yönelik gerçeğe yakın ilk bilgiler, 17. yüzyılın sonlarına doğru İngiliz bilim insanı Isaac Newton (Ayzek Nivtın) (1643-1727) ve Hollandalı bilim insanı Christiaan Huygens (Kırıstiyan Huygans) (1629-1695) (Görsel 4.1) tarafından ortaya konmuştur.



Görsel 4.1: *Christiaan Huygens (Temsili resmi)*

Newton, ışığın tanecikler şeklinde yayıldığını ifade etmiş, kırılma ve yansıma olaylarını tanecik modeliyle açıklamıştır. Huygens ise ışığın gösterdiği bazı özelliklerin ışığın dalga karakteri ile açıklanabildiğini ifade etmiştir.

Işığın tanecik modeli, yansıma olayını tamamen açıklayabilirken ışığın kırılması sırasında ışığın hızının değişmesini açıklayamamıştır. 1801 yılında Thomas Young (Tomas Yong) (1773-1829) ışığın dalga doğasına sahip olduğunu girişim deneyiyle kanıtladıktan sonra James Clerk Maxwell (Ceymis Kılerk Maksvel) 1873 yılında ışığın yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar şeklinde olduğunu açıklamıştır. Bu açıklamadan sonra Heinrich Rudolf Hertz (Henrik Rudolf Hertz) 1887 yılında oluşturduğu radyo dalgalarıyla Maxwell'in teorisini deneysel olarak ispatlamıştır.



Görsel 4.2: *Albert Einstein*

Işığın dalga doğası yardımıyla bazı ışık olayları açıklanabilirken bazılarının açıklanamaması durumundan yola çıkan Max Planck (Maks Plank) (1858-1947), ışık dalgası enerjisinin foton adı verilen enerji paketleri şeklinde yayıldığı teorisini ortaya koymuştur. Bu teori, 1905 yılında Albert Einstein (Albırt Aynştayn) (1879-1955) (Görsel 4.2) tarafından geliştirilerek kuantum fiziğinin temelini oluşturacak tanecik modeli olarak tekrar ortaya konmuştur. Sonuç olarak ışığın bazı olaylarda tanecik bazı olaylarda da dalga özelliği gösterdiği bilgisine ulaşılmıştır.

Sıra Sizde - 1

Işığın davranış modellerini kısaca açıklayınız.

Çözüm

4.1.2. Işık Şiddeti, Işık Akısı ve Aydınlanma Şiddeti Kavramları Arasındaki İlişki

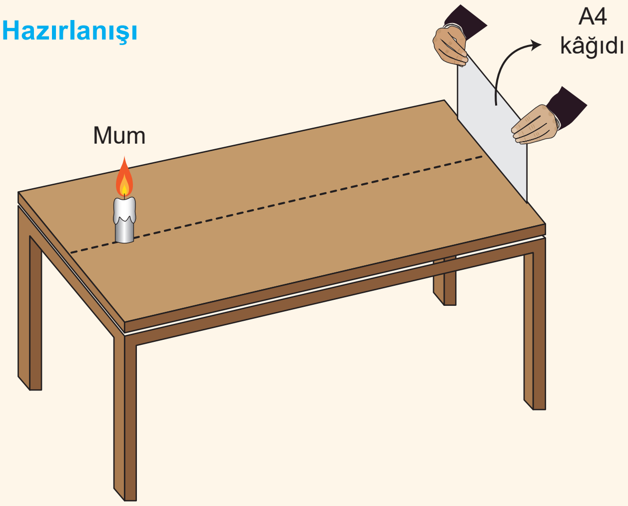
Işık şiddeti, ışık akısı ve aydınlanma şiddeti arasındaki ilişkiyi kurmak için "Aydınlanma" deneyini yapınız.

DENEY

4.1. DENEY

Deneyin Adı	Aydınlanma
Deneyin Amacı	Işık şiddetinin ve ışık şiddeti ile aydınlanma arasındaki ilişkinin incelenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• 2 adet mum (aynı ebatta) • A4 kâğıdı • 25 W'lık lamba • Fişli duy • Metre • Kibrit veya çakmak

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



1. Adım: Deneyin yapıldığı ortamın karanlık olmasını sağlayınız.

2. Adım: Karanlık ortamda mumu masanın köşesine bırakarak bir arkadaşınıza A4 kâğıdını mumun 40 cm uzağında tutmasını söyleyiniz.

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Mumu yakarak A4 kâğıdı üzerinde oluşan aydınlanmayı gözlemleyiniz.

2. Adım: İkinci mumu da yanan mumun hizasına koyarak A4 kâğıdı üzerinde oluşan aydınlanmayı gözlemleyiniz.

3. Adım: A4 kâğıdının alt kenarı masa üzerinde kalacak şekilde üst kenarını kendinize doğru yavaş yavaş döndürerek oluşan aydınlanmayı gözlemleyiniz.

4. Adım: Mumlardan sadece birini A4 kâğıdından 80 cm uzağa bırakarak A4 kâğıdı üzerindeki aydınlanmayı gözlemleyiniz.

5. Adım: Diğer mumu da yanan mumun yanına koyarak A4 kâğıdı üzerinde oluşan aydınlanmayı gözlemleyiniz.

6. Adım: Mumları kaldırarak 25 W'lık lambayla 1, 3 ve 4. adımları tekrarlayıp A4 kâğıdı üzerinde oluşan aydınlanmayı gözlemleyiniz.

Sonuç ve Değerlendirme

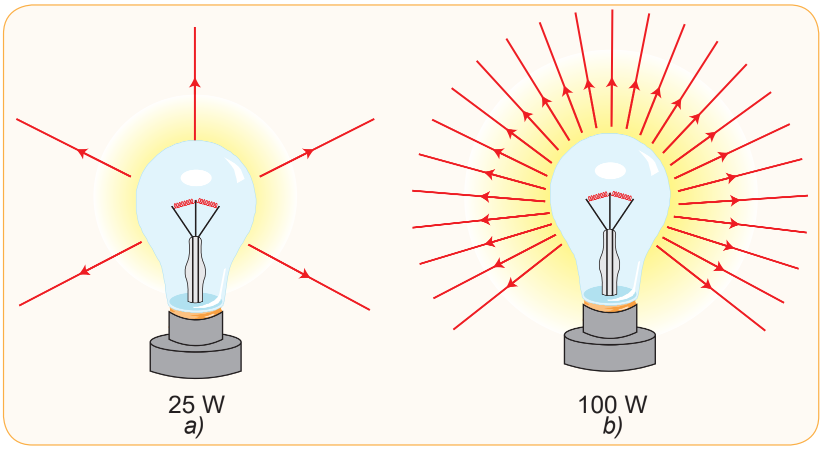
1. Oluşan aydınlanmanın mum sayısının artmasıyla nasıl değiştiğini arkadaşlarınızla tartışınız.
2. A4 kâğıdının döndürülmesi ile A4 kâğıdında oluşan aydınlanmanın nasıl değiştiğini tartışınız.
3. A4 kâğıdının mumdan veya lambadan uzaklaştırılmasının aydınlanmayı nasıl etkilediğini arkadaşlarınızla tartışınız.
4. Işık kaynağının değişmesi ile aydınlanmanın nasıl değiştiğini arkadaşlarınızla tartışınız.

“Aydınlanma” deneyinde mum sayısının artırılması ya da mum yerine daha fazla ışık yayan bir lamba kullanılmasıyla kâğıt üzerinde oluşan aydınlanma miktarının arttığı, mum ve lamba uzaklaştırıldığında oluşan aydınlanmanın azaldığı gözlemlenmektedir. A4 kâğıdı döndürüldüğünde oluşan aydınlanma azalmaktadır. Aydınlanma olayını tanımlamak için bazı kavram ve terimlerin bilinmesi gerekir.

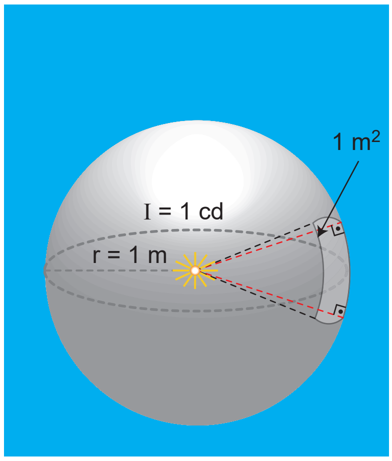
Işık Şiddeti

“Aydınlanma” deneyi sonucunda mum ile 25 W’lık lambanın A4 kâğıdı üzerinde oluşturduğu aydınlanmanın farklı olmasının sebebi iki kaynağın ışık şiddetlerinin farklı olmasıdır. Benzer şekilde aynı odada 100 W lambanın 25 W lambadan daha fazla aydınlatma sağlamasının sebebi ise elektriksel gücü büyük olan lambanın ışık şiddetinin de büyük olması anlamına gelir.

Işık şiddeti, birim zamanda belli bir doğrultuda yayılan ışığın yoğunluğuyla ilgilidir. Işık şiddeti I sembolüyle gösterilir. SI’da birimi candela’dır (cd) (kandela). Temel bir büyüklüktür. Hem dalga hem de tanecik modeline göre ışık ışınları her yöne doğrusal yolla yayıldığı için Şekil 4.1: a’daki gibi modellenir. Kaynağın ışık şiddeti arttıkça modelde çizilen çizgi sayısı da artar (Şekil 4.1: b).



Şekil 4.1: *a, b) Farklı güçteki lambalardan yayılan ışın modeli*



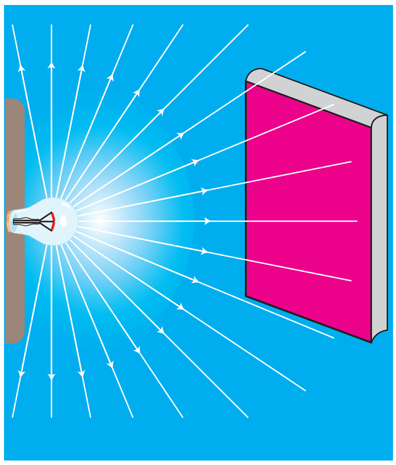
Şekil 4.2: *Işık akısının tanımı için birim küre ve birim alan*

Işık Akısı

Bir ışık kaynağının, belirli bir yüzeye birim zamanda düşürdüğü ışık enerjisine **ışık akısı** denir. Işık akısı Φ (fi) sembolüyle gösterilir. SI’da birimi lümen’dir (lm).

Yarıçapı 1 m olan içi boş kürenin merkezine yerleştirilmiş ışık şiddeti 1 cd olan ışık kaynağının küre yüzeyindeki 1 m^2 lik birim alanda oluşturduğu ışık akısına **lümen** denir (Şekil 4.2).

Işık akısı Şekil 4.3’teki gibi temsil edilmiştir. Burada ışık kaynağından çıkan ışınların kitap üzerine düşen kısmı o yüzeyden geçen ışık akısıdır.



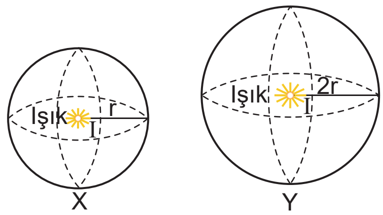
Şekil 4.3: *Kitap yüzeyine düşen ışık akısı*

İçi boş tam bir kürenin merkezine konulmuş ışık şiddeti I olan noktasal ışık kaynağının küre yüzeyinde oluşturduğu ışık akısı

$\Phi = 4\pi I$ ifadesiyle bulunur.

İfadeye göre ışık akısı kaynağın ışık şiddeti ile doğru orantılıdır ve kürenin yarıçapına bağlı değildir.

Örnek



Işık kaynakları X ve Y kürelerinin yarıçapları sırasıyla r ve 2r olup kürelerin merkezlerine ışık şiddeti I olan iki kaynak yerleştirildiğinde kürelerin yüzeyinde oluşan toplam ışık akıları oranı $\frac{\Phi_X}{\Phi_Y}$ kaçtır?

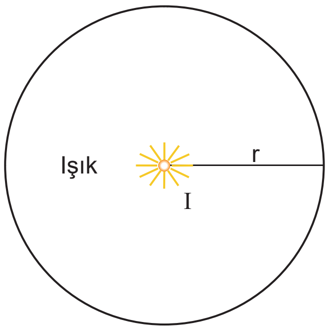
Çözüm

Işık akısını veren ifade $\Phi = 4\pi I$ şeklindedir. Akı, ışık kaynağının şiddetiyle doğru orantılıdır. X ve Y kürelerinin merkezine yerleştirilen ışık kaynaklarının ışık şiddeti eşit olduğu için kürelerin yüzeylerinde oluşan toplam ışık akıları birbirine eşit olur. Bu durumda $\frac{\Phi_X}{\Phi_Y} = 1$ bulunur.

Aydınlanma Şiddeti

Birim yüzeye düşen ışık akısına **aydınlanma şiddeti** denir. Aydınlanma şiddeti E sembolüyle gösterilir. SI'da birimi lüks'tür (lx). Aydınlanma şiddeti ışık akısıyla doğru, ışığın düştüğü yüzeyin alanı ile ters orantılıdır.

Işık şiddeti I olan noktasal ışık kaynağı kürenin merkezine yerleştirildiğinde kürenin iç yüzeyinin her noktasının aydınlanma şiddeti eşit olur.



Şekil 4.4: *Kürenin merkezine yerleştirilmiş ışık kaynağı*

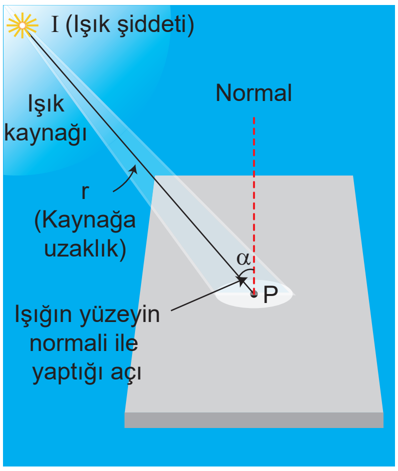
Yarıçapı r olan küresel bir yüzeyin merkezine Şekil 4.4'teki gibi ışık şiddeti I olan noktasal ışık kaynağı yerleştirilmiştir. Kaynağın küre yüzeyinde oluşturduğu ışık akısı $4\pi I$ ve kürenin yüzey alanı $4\pi r^2$ olduğuna göre kürenin iç yüzeyindeki bir noktada oluşan aydınlanma şiddeti

$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{4\pi I}{4\pi r^2} = \frac{I}{r^2}$$ şeklinde bulunur.

Bir noktada meydana gelen aydınlanma şiddeti; kaynağın ışık şiddetiyle doğru, noktanın kaynağa olan uzaklığının karesiyle ters orantılıdır.

Deneyde mumun yeri değiştirilmeden A4 kâğıdı yavaş yavaş döndürüldüğünde aydınlanma şiddetinin azaldığı gözlemlenir. Bunun sebebi birim yüzeye düşen ışınların yüzeyle bir açı oluşturmasıdır. Bu durumda yüzey üzerinde oluşan aydınlanmanın büyüklüğü (Şekil 4.5), ışık şiddeti I, ışığın yüzey normaliyle yaptığı açı α ve kaynağın yüzeye uzaklığı r cinsinden

$$E = \frac{I}{r^2} \cdot \cos\alpha$$ ifadesi ile bulunur.

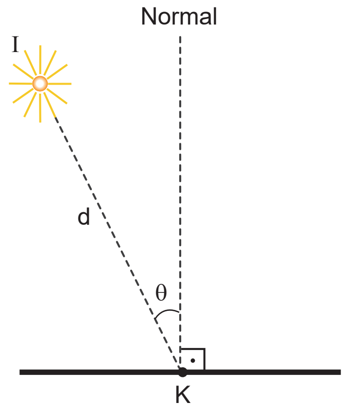


Şekil 4.5: *P noktası çevresindeki aydınlanma şiddeti*

α açısı artarsa aydınlanma şiddeti azalır. α açısı azalırsa aydınlanma şiddeti artar.

Örnek

Işık şiddeti I olan noktasal ışık kaynağının K noktasında oluşturduğu aydınlanma şiddeti E'dir.



Buna göre

I. Işık şiddetini artırmak

II. θ açısını artırmak

III. θ açısını azaltmak

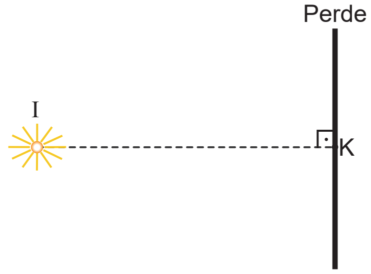
işlemlerinden hangileri tek başına yapılırsa E artar?

Çözüm

Noktasal bir ışık kaynağının bir noktada oluşturduğu aydınlanma şiddeti $E = \frac{I}{d^2} \cdot \cos\alpha$ 'dır. Buna göre I ve III. öncüller doğrudur.

Sıra Sizde - 2

Işık şiddeti I olan noktasal bir ışık kaynağının perde üzerindeki K noktasında oluşturduğu aydınlanma şiddeti E'dir.



Buna göre E'yi artırmak için

I. Kaynağı perdeye yaklaştırmak

II. I'yı artırmak

III. Perdeyi ışık kaynağından uzaklaştırmak

ifadelerinden hangileri tek başına yapılabilir?

Çözüm

Sıra Sizde - 3

Işık şiddeti, ışık akısı ve aydınlanma şiddeti kavramlarının matematiksel modelleri arasındaki ilişki nedir?

Çözüm

2. BÖLÜM

GÖLGE

Konular

4.2.1. Saydam, Yarı Saydam ve Saydam Olmayan Maddelerin Işık Geçirme Özellikleri

Anahtar Kavramlar

- Gölge
- Yarı gölge



- **Gölge oyunlarında (Karagöz ve Hacivat) ışığın hangi özelliğinden yararlanılır?**
- **Geceleri sokak lambalarına doğru yaklaştıkça yerde oluşan gölgenin boyu nasıl değişir?**

Bu bölümde saydam, yarı saydam ve saydam olmayan maddelerin ışık geçirme özellikleri üzerinde durulup gölge ve yarı gölge alanlarının açıklanması sağlanacaktır.

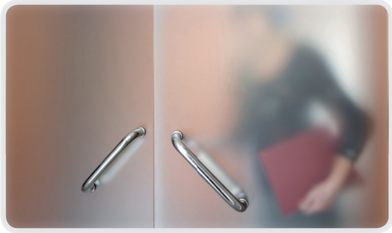
4.2.1. Saydam, Yarı Saydam ve Saydam Olmayan Maddelerin Işık Geçirme Özellikleri

Işık yayılırken önüne çıkan maddelerin bazılarından geçer bazılarından geçemez. Işığın maddeden geçip geçemeyeceği, maddenin saydamlığıyla ilgili bir durumdur. Saydamlık maddenin ışığı geçirebilme özelliğidir ve bu özelliğe göre maddeler saydam, yarı saydam ve saydam olmayan (opak) maddeler şeklinde sınıflandırılır.

Üzerine düşen ışığı tamamen geçiren maddelere **saydam madde** (Görsel 4.3), ışığın bir kısmını geçiren maddelere **yarı saydam madde** (Görsel 4.4) ışığı hiç geçirmeyen maddelere ise **saydam olmayan (opak) madde** (Görsel 4.5) denir.



Görsel 4.3: *Saydam pencere camı*



Görsel 4.4: *Buzlu cam*



Görsel 4.5: *Ahşap kapı*

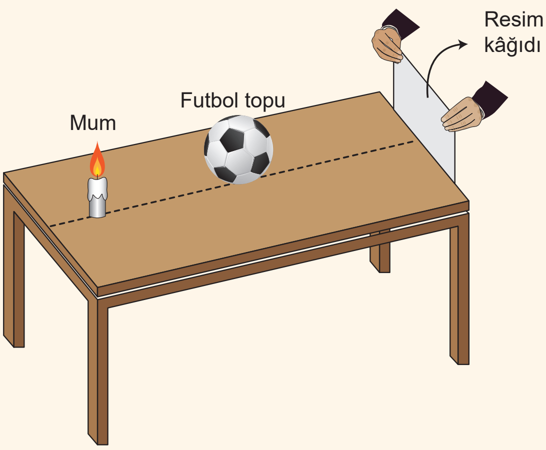
Işık kaynağından çıkan ve ışığın yolunu belirleyen en ince ışık demetine **ışık ışını** denir. Aynı ortamdaki ışık ışınları doğrusal yol boyunca yayılır. Kaynaktan yayılan ışık ışınları ortamda ilerlerken saydam cisimlerle karşılaştığında bu cisimlerden geçtikleri için gölge oluşmaz, saydam olmayan cisimlerle karşılaştığında ise bu cisimleri geçemez. Bu nedenle saydam olmayan cisimlerin arkasında karanlık bölgeler oluşur. Oluşan bu karanlık bölgelere **gölge** denir. Gölgenin şekli; ışık kaynağına, cismin şekline ve perdenin konumuna bağlı olarak değişir. Ekranda oluşan bir gölgenin değişkenlerini belirlemek için "Gölge" deneyini yapınız.

4.2. DENEY

DENEY

Deneyin Adı	Gölge
Deneyin Amacı	Tam ve yarı gölgenin incelenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• 2 adet mum (aynı ebatta) • Kibrit veya çakmak • Resim kâğıdı • Futbol topu

Deneyin Hazırlanışı



DENEY

1. Adım: Etkinliğin yapıldığı ortamın karanlık olmasını sağlayınız.

2. Adım: Resim kâğıdını şekildeki gibi bir arkadaşınızın tutmasını isteyiniz.

3. Adım: Mumu masanın köşesine bırakıp futbol topunu resim kâğıdı ile mum arasına bırakınız ve mumu kibrit veya çakmakla yakınız.

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Mumu yaktıktan sonra resim kâğıdı üzerinde oluşan gölgeyi gözlemleyiniz ve gölgenin şeklini aşağıdaki bölgeye çiziniz.

2. Adım: Mumu futbol topuna yaklaştırarak resim kâğıdında oluşan gölgeyi gözlemleyiniz ve gölgenin şeklini aşağıdaki bölgeye çiziniz.

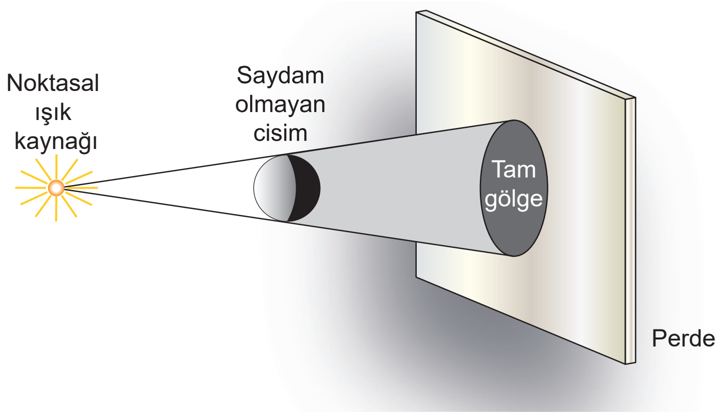
3. Adım: Mum ile futbol topu arasına 2. mumu sabitleyerek yakınız. Oluşan gölgeyi gözlemleyiniz ve gölgenin şeklini aşağıdaki bölgeye çiziniz.

4. Adım: Sonradan yaktığınız mumu futbol topuna yaklaştırınız ve gölgenin şeklini aşağıdaki bölgeye çiziniz.

Sonuç ve Değerlendirme

1. 1 ve 2. adımda çizdiğiniz gölgeleri karşılaştırarak gölgenin nasıl değiştiğini açıklayınız.
2. 3 ve 4. adımda çizdiğiniz gölgeleri karşılaştırarak gölgenin nasıl değiştiğini açıklayınız.

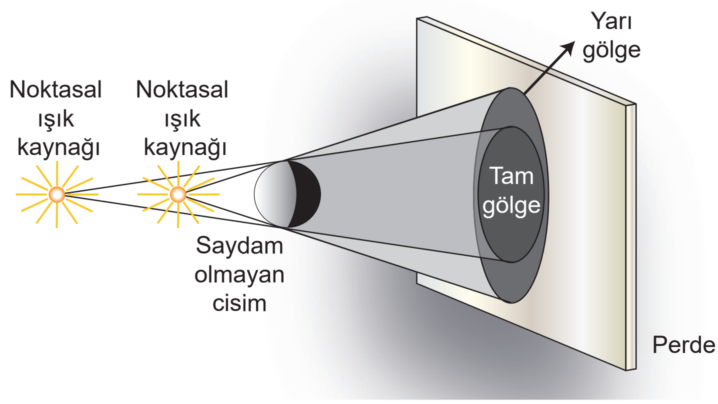
"Gölge" deneyinde mum kullanılarak yapılan düzenekte resim kâğıdı üzerinde ışığın hiç düşmediği karanlık bir bölge oluştuğu görülecektir. Bu gölgeye **tam gölge** denir. Mum, futbol topuna yaklaştırıldığında tam gölge alanının büyüdüğü görülür. Mum alevi, futbol topuna göre çok küçük olduğundan noktasal bir kaynak olarak kabul edilebilir. Noktasal ışık kaynağı ve saydam olmayan cisimle oluşturulmuş sistemde perde üzerinde oluşan gölgenin gösterimi Şekil 4.6'daki gibidir. Noktasal ışık kaynağı cisme yaklaştırıldıkça ve ekran cisimden uzaklaştırıldıkça tam gölge alanı artar.



Şekil 4.6: *Noktasal ışık kaynağı ve saydam olmayan cisim kullanıldığında perde üzerinde tam gölge oluşması*

"Gölge" etkinliğinde 2. mum, futbol topu ile 1. mum arasına bırakıldığında kâğıt üzerinde koyulukları birbirinden farklı iki bölge oluşur. Kaynaklardan yalnızca birinden ışık alan bölgeye **yarı gölge** denir.

İki noktasal ışık kaynağı ve saydam olmayan cisim ile oluşturulan sistemde perde üzerinde oluşan gölgenin şematik gösterimi Şekil 4.9'daki gibidir.



Şekil 4.9: *İki noktasal ışık kaynağı ve saydam olmayan bir cisim kullanıldığında perde üzerinde oluşan gölge ve yarı gölge*

Küresel ışık kaynağından çıkan ışınlar, doğrusal olarak her yöne yayıldığı için topun arkasında kalan bölgede ekran üzerinde tam gölge ve yarı gölge meydana gelir. Perde üzerinde oluşan tam ve yarı gölgelerin büyüklükleri ışık kaynağı, top ve perde arasındaki uzaklığa bağlıdır. Ekranda oluşan gölgenin şekli bulunurken kaynaktan topa teğetler çizilir (Şekil 4.10).

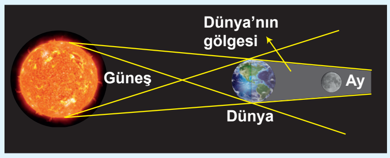
Meraklısına Bilgi

Güneş ve Ay tutulması gölge olayının bir etkisidir. Ay, Güneş ile Dünya arasına girdiğinde Ay'ın gölgesinin Dünya'nın bir kısmına düşmesi olayına **Güneş tutulması** denir (Şekil 4.7).

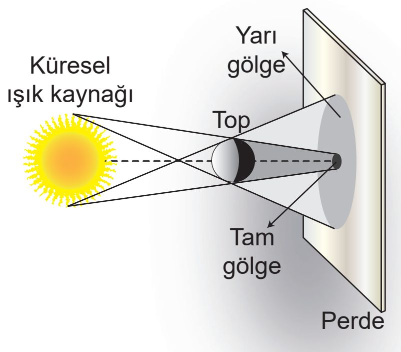


Şekil 4.7: *Güneş tutulması modeli*

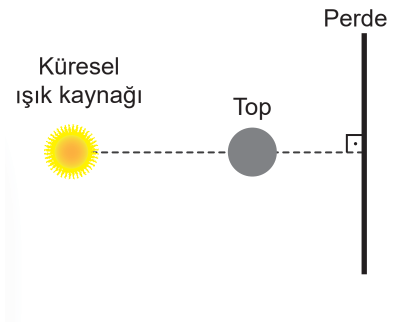
Dünya, Güneş ile Ay arasına girdiğinde Dünya'nın gölgesinin Ay'ın üzerine düşmesi olayına da **Ay tutulması** denir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: *Ay tutulması modeli*



Şekil 4.10: *Küresel bir ışık kaynağı ve saydam olmayan bir cisimle perde üzerinde oluşturulan gölge*



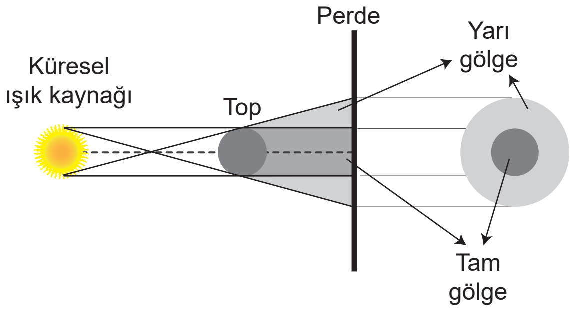
Örnek

Küresel ışık kaynağı ile saydam olmayan bir cisim beyaz perde önüne aynı doğru üzerine şekildeki gibi yerleştiriliyor.

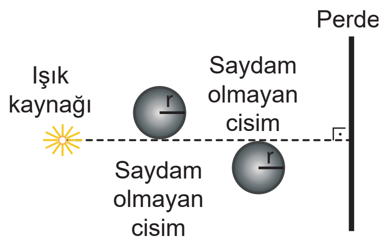
Işık kaynağı ile saydam olmayan cismin yarıçapları eşit olduğuna göre perde üzerinde oluşan gölgenin karşıdan görünümünü çiziniz.

Çözüm

Işık kaynağından saydam olmayan cisme teğetler çizilerek perdede tam ve yarı gölge alanları oluşturulur. Perdenin karşıdan görünümü şekildeki gibi olur.



Sıra Sizde - 4

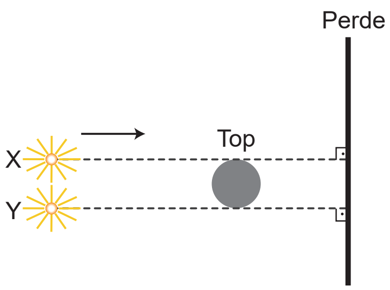


Noktasal ışık kaynağı ile yarıçapları eşit saydam olmayan küresel cisimler bir perde önüne şekildeki gibi yerleştiriliyor.

Perde üzerinde oluşan gölgenin şeklini çiziniz.

Çözüm

Sıra Sizde - 5



X ve Y noktasal ışık kaynaklarıyla saydam olmayan küresel bir cisim bir perde önüne şekildeki gibi yerleştiriliyor.

X ışık kaynağı ok yönünde bir miktar hareket ettirilirse perde üzerinde oluşan tam ve yarı gölge alanları nasıl değişir?

Çözüm

3. BÖLÜM

YANSIMA

Konular

4.3.1. Işığın Yansımasının Su Dalgalarında Yansıma Olayıyla İlişkisi

Anahtar Kavramlar

- Yansıma



- **Işığın pürüzlü yüzeylerden yansıması olayı, hangi yansıma çeşidine örnek olarak verilebilir?**
- **Işığın yansımasında gelen ışın, yansıyan ışın ve yüzeyin normali arasında nasıl bir ilişki vardır?**

Bu bölümde ışığın yansıması su dalgalarında yansıma olayıyla ilişkilendirilip yansıma kanunları üzerinde durularak ışığın düzgün ve dağınık yansımasının çizimleri yapılacak ve görme olayında yansımanın rolü anlatılacaktır.

4.3.1. Işığın Yansımasının Su Dalgalarında Yansıma Olayı ile İlişkisi

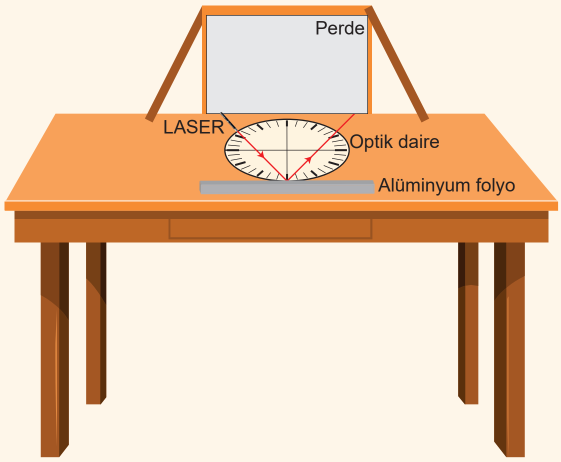
İlerleyen su dalgalarının karşısına çıkan engele çarpıp geri dönmesi gibi ışık da parlak bir yüzeye çarptığında geldiği ortama geri döner. Işığın bir engele çarparak geldiği ortama tekrar dönmesine **ışığın yansıması** denir. Yansıma olayı ışığın hem tanecik hem de dalga özelliği ile açıklanabilir. Işıkta yansıma olayıyla su dalgalarındaki yansıma olayının ilişkilendirilebilmesi için "Işığın yansıması" deneyini yapınız.

DENEY

4.3. DENEY

Deneyin Adı	Işığın yansıması
Deneyin Amacı	Yansıma kanunlarının incelenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• LASER • Optik daire • 10x10 cm boyutlarındaki kartona yapıştırılmış alüminyum folyo

Deneyin Hazırlanışı



Alüminyum folyo yapıştırılmış kartonu, optik dairenin çapı üzerinde dik duracak şekilde sabitleyiniz.

Deneyin Yapılışı

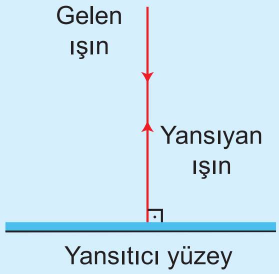
1. Adım: LASER ışığını, alüminyum folyo üzerine dik olarak düşürüp yansıyan ışığı gözlemleyiniz. Gözlemlediğiniz olayı verilen bölgeye çiziniz.

2. Adım: LASER ışığını, alüminyum folyo üzerine optik daire yardımıyla açılı bir şekilde düşürünüz. Yansıyan ışığın izlediği yolu gözlemleyiniz. Alüminyum folyoya gelen ışın ile yansıyan ışınların çap ile yaptığı açıları ölçünüz. Gözlemlerinizi ve açıları kullanarak yansıma olayını verilen bölgeye çiziniz.

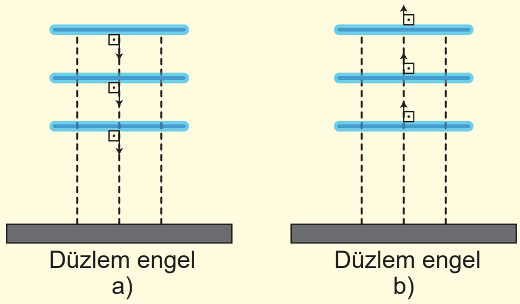
Sonuç ve Değerlendirme

1. Birinci adımda yansıtıcı yüzeye dik gelen ışının yansıması ile düz engele paralel gelen doğrusal su dalgalarının yansıması olayını karşılaştırınız.
2. İkinci adımda yansıtıcı yüzeye açılı gelen ışının yansıması ile düz engele açılı gelen doğrusal su dalgalarının engelden yansıması olayını karşılaştırınız.

“Işığın yansıması” deneyinde de görüldüğü gibi Şekil 4.11’de yansıtıcı yüzeye dik gelen ışının yansıması Şekil 4.12’deki gibi düzlem engele paralel gelen doğrusal su dalgalarının yansımasına benzer.

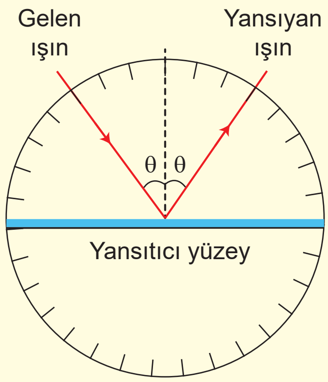


Şekil 4.11: *Yansıtıcı yüzeye dik gelen ışının yansıması*

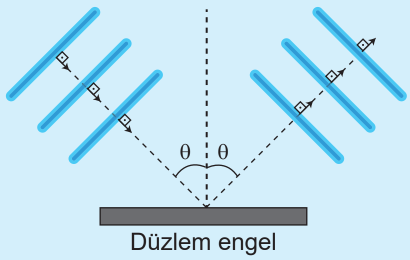


Şekil 4.12: *a) Düzlem engele gelen doğrusal su dalgaları, b) Düzlem engelden yansıyan doğrusal su dalgaları*

Yansıtıcı yüzeye Şekil 4.13’teki gibi açılı gelen ışının yansıması, düzlem engele Şekil 4.14’teki gibi açılı gelen doğrusal su dalgalarının yansımasına benzer.



Şekil 4.13: *Yansıtıcı yüzeye açılı gelen ışının yansıması*



Şekil 4.14: *Düzlem engele açılı gelen doğrusal su dalgalarının yansıması*

Yansıma ve Yansıma Kanunları

Su kenarlarındaki ev ve ağaçlar (Görsel 4.6: a), köprü ve kayalar (Görsel 4.6: b) vb. cisimlerin suda oluşan görüntüleri, ışığın yansıması sonucunda gerçekleşir.



a)

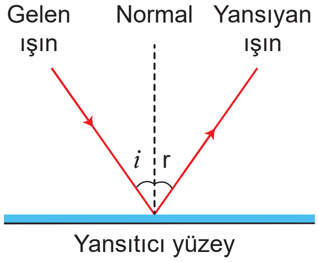


b)

Görsel 4.6: *a) Ev ve ağaçların sudaki yansıması b) Köprü ve kayaların sudaki yansıması*

Hatırlatma

Gelen ışının düştüğü noktadan yüzeye çizilen dikmeye **yüzeyin normali** denir.



Şekil 4.15: *Işının yansıtıcı yüzeyden yansıması*

Meraklısına Bilgi

Bir ışık ışını herhangi iki nokta arasında ilerlerken en az zaman gerektiren yolu izler. Buna **Fermat Prensibi** denir.

Yansıtıcı yüzey nasıl olursa olsun yüzeye düşen ışın, belirli kurallara göre yansır. Bu kurallar yansıma kanunları olarak tanımlanır.

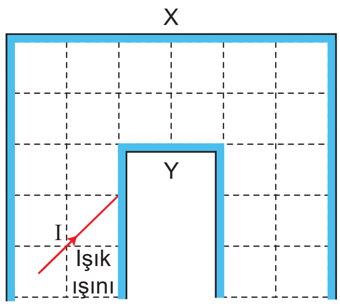
Yansıma kanunları aşağıdaki şekilde sıralanır:

1. Gelen ışın, yansıyan ışın ve yüzey normali aynı düzlemdedir.
2. Gelen ışının normalle yaptığı açı, yansıyan ışının normalle yaptığı açıya eşittir.

Gelen ışının normalle yaptığı açı gelme açısı (i), yansıyan ışının normalle yaptığı açı yansıma açısıdır (r). İkinci yansıma kanununa göre $i = r$ dir (Şekil 4.15).

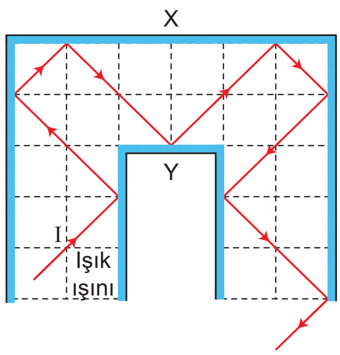
Örnek

X ve Y yansıtıcı yüzeyleri arasına şekildeki gibi gönderilen I ışını X yüzeyinden n_X, Y yüzeyinden n_Y kez yansıma yaparak sistemden ayrılıyor.



Buna göre $\frac{n_X}{n_Y}$ oranı kaçtır?

Çözüm

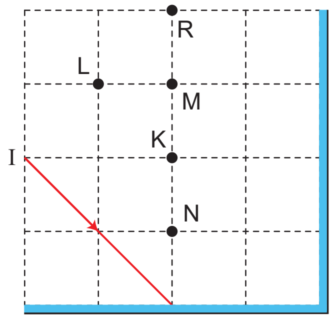


I ışık ışınının X ve Y yansıtıcı yüzeylerinden yansımaları şekildeki gibi olacaktır. Buna göre $n_X = 5$ $n_Y = 3$'ten

$\frac{n_X}{n_Y} = \frac{5}{3}$ bulunur.

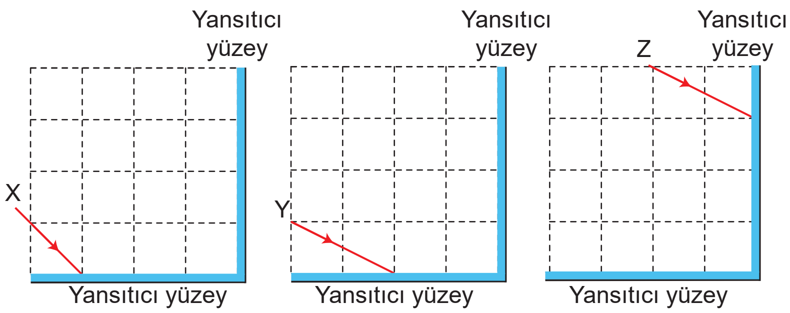
Sıra Sizde - 6

Düz engele açılı gelen doğrusal su dalgaları geldiği açıyla yansır.



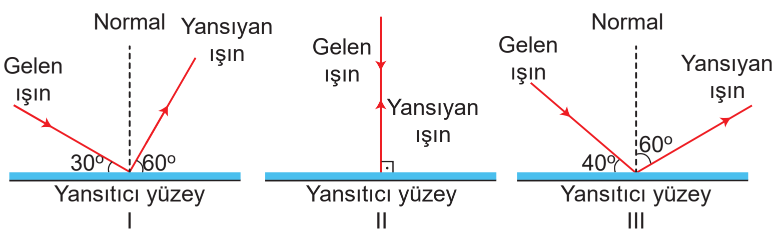
Işığın yansıması olayını doğrusal su dalgalarının düz engelden yansıması olayıyla ilişkilendirerek şekildeki I ışınının yansıtıcı yüzeylerden yansıması sonucunda hangi noktadan geçtiğini çizerek bulunuz.

Sıra Sizde - 7



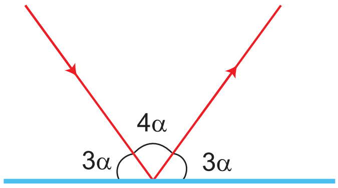
X, Y ve Z ışınlarının yansıtıcı yüzeylerden yansımalarını şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

Sıra Sizde - 8



Yukarıdaki yansımalardan hangileri yansıma kanunlarına uygun çizilmemiştir?

Çözüm

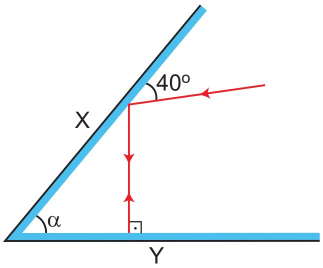


Sıra Sizde - 9

I ışınının yansıtıcı yüzeyden yansıması şekildeki gibidir.

Buna göre I ışınının yansıma açısı kaç derecedir?

Çözüm



Sıra Sizde - 10

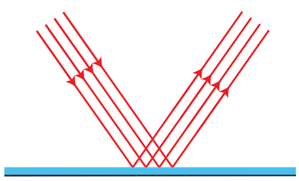
X yansıtıcı yüzeyine şekildeki gibi gönderilen I ışını, Y yansıtıcı yüzeyinden ilk yansımasında kendi üzerinden geri dönmektedir.

Buna göre α açısı kaç derecedir?

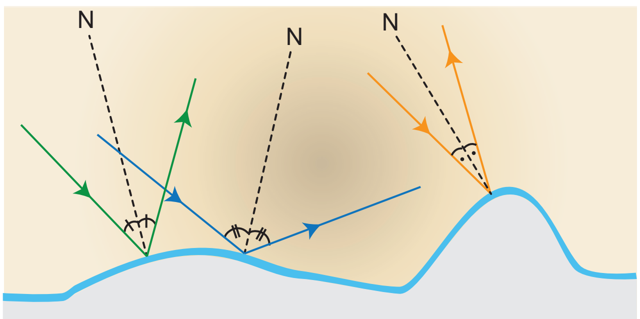
Çözüm

Işığın Düzgün ve Dağınık Yansıması

Işık kaynağından çıkan ışınlar göze ya doğrudan ya da yansıyarak ulaşır. Işığın düzgün bir yüzeyden yansımasına **düzgün yansıma** denir. Düzgün yansımada birbirine paralel olarak yüzeye gelen ışınlar, yüzeyden yansıdıktan sonra da birbirine paraleldir (Şekil 4.16). Işığın pürüzlü bir yüzeyden yansımasına **dağınık yansıma** denir. Dağınık yansıma olayında da ışık, yansıma kanunlarına göre yansır (Şekil 4.17).



Şekil 4.16: *Düzgün yansıma*



Şekil 4.17: *Dağınık yansıma*

Cisimler dağınık yansıma sonucunda görülürler. Cisimlerin görülebilmesi için cismin ya ışık kaynağı olması ya da üzerine düşen ışınları yansıtması gerekmektedir. Cisimden gelen ya da cisimden yansıyan ışınlar göze ulaştığında cisim görülür.

4. BÖLÜM

DÜZLEM AYNA

Konular



- **Evlerde kullanılan düzlem aynanın önündeki bir cismin boyu ile görüntüsünün boyu arasındaki ilişki nedir?**
- **Düzlem aynaya yaklaşıldıkça aynada görülen bölgenin alanı nasıl değişir?**

Bu bölümde düzlem aynada görüntü özellikleri açıklanıp görüş alanına etki eden değişkenler incelenecektir.

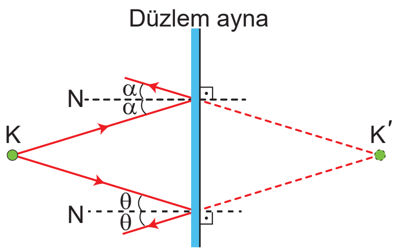
4.4.1. Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu



Görsel 4.7: *Dış cephesi ayna olan binalar*

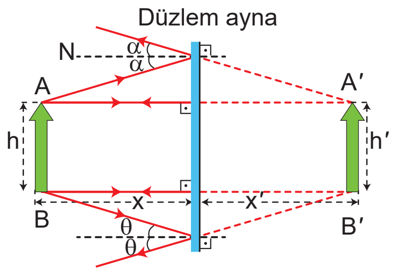
Günlük hayatta en çok kullanılan optik aletlerinden biri de aynalardır. Üzerine düşen ışığı %100'e yakın bir oranla yansıtan optik aletlere **ayna** denir. Yansıtıcı yüzeyi düzlem olan aynalara ise **düzlem ayna** denir. Düzlem aynalarda, görüntü boyu ile cismin boyu aynı büyüklükte olduğundan bu aynalar evlerde ve mağazalarda sıkça kullanılır. Ayrıca ısı ve ışık yalıtımı sağlamak için binaların dış cephelerinde (Görsel 4.7), projeksiyon, periskop, tepegöz gibi teknolojik araçların yapısında da düzlem aynalardan yararlanılır.

Cisimden gelen ışınlar aynada yansıdıktan sonra yansıyan ışınların ya da uzantılarının kesişmesi sonucunda görüntü oluşur. Yansıyan ışınların kendilerinin kesişmesi sonucu oluşan görüntüye **gerçek görüntü**, uzantılarının kesişmesi sonucu oluşan görüntüye de **sanal (zahirî) görüntü** denir. Düzlem aynanın önüne konulan bütün cisimlerin görüntüsü sanal olarak oluşur.



Şekil 4.18: *Düzlem aynada bir noktanın görüntüsü*

Bütün optik olaylarda noktasal bir cismin görüntüsünün oluşabilmesi için cisimden aynaya en az iki ışın gelmesi gerekir. K noktasal cisminden gelen ışınların düzlem aynadan yansıyanları, kesişemezken uzantıları, K′ noktasında kesişir. Böylece sanal bir görüntü elde edilmiş olur (Şekil 4.18). Cisim noktasal değilse cismin her noktasından çıkan ışınların yansıyanlarının uzantılarının kesişmesi sonucunda cismin sanal görüntüsü oluşur.



Şekil 4.19: *Düzlem aynada bir cismin görüntüsü*

A-B cisminin aynaya uzaklığı ile A′ - B′ görüntüsünün aynaya uzaklığı eşittir (x = x′) (Şekil 4.19). Cismin boyu ile görüntünün boyu birbirine eşittir (h = h′). Cisim ile görüntüsü aynaya göre simetriktir.



Şekil 4.20: *Düzlem aynada kelime ve rakamların simetrik görüntüsü*

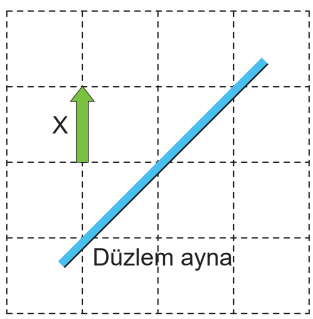
Ambulans ve itfaiye gibi geçiş önceliği bulunan araçların ön tarafındaki yazıların ters yazılmasının nedeni öndeki araçların dikiz aynalarında simetrik görüntü oluşur ve bu sayede yazı düz okunur (Şekil 4.20).

Düzlem aynada görüntü özellikleri kısaca aşağıda verilmiştir.

- Görüntü sanaldır.
- Cisme göre düzdür.
- Görüntünün boyu cismin boyuna eşittir.
- Görüntünün aynaya uzaklığı ile cismin aynaya uzaklığı eşittir.
- Cisim ve görüntüsü aynaya göre simetriktir.

Sıra Sizde - 11

X cisminin düzlem aynada oluşan görüntüsünü çiziniz.



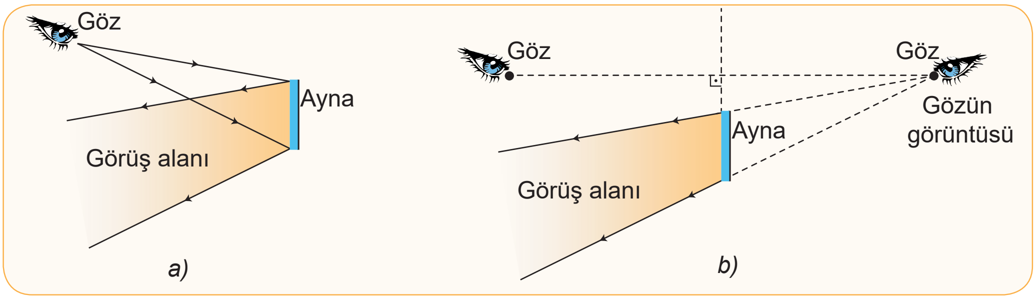
Çözüm

Düzlem Aynada Görüş Alanı

Düzlem aynaya bakan gözlemcinin aynada görebildiği alana **görüş alanı** denir. Düzlem aynada görülen bütün cisimler gözün görüş alanı içindedir. Ancak gözün görüş alanı içinde olan her cisim görülmeyebilir. Görüş alanında yer alan ve saydam olmayan bir cismin kendisi ya da aynadaki görüntüsü bazı noktaların görülmesine engel olabilir. Görüş alanı iki yöntemle bulunur.

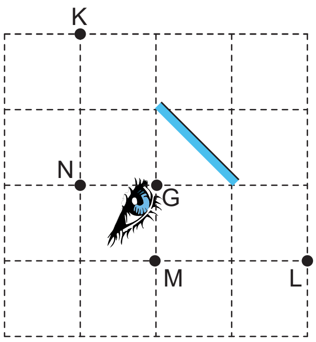
1. Yöntem: Gözden aynanın uçlarına ışınlar gönderilir ve yansıma kanunlarına göre yansıtılır. Yansıyan ışınların sınırladığı (yansıyan ışınlar arasında kalan) alan gözün görüş alanıdır (Şekil 4.21: a).

2. Yöntem: Gözün düz aynadaki görüntüsünün yeri bulunur. Gözün görüntüsünden aynanın uçlarını birleştiren doğrular çizilir. Aynanın ön tarafından, bu doğrular arasında kalan alan gözün görüş alanıdır (Şekil 4.21: b).



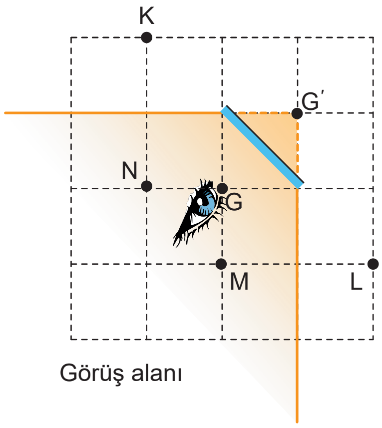
Şekil 4.21: *a, b) Gözün görüş alanı*

Örnek



Bir düzlem aynaya G konumundan bakan göz K, L, M ve N noktalarından hangilerinin bu aynadaki görüntülerini görebilir?

Çözüm



Gözün aynadaki simetrisi alınarak aynanın her iki köşesine ışın gönderilir. Göz, görüş alanı içinde yer alan bölgedeki cisimlerin görüntüsünü görebilir. N ve M cisimleri hem görüş alanında oldukları için hemde herhangi bir cisim veya görüntüsü tarafından engellenmedikleri için göz tarafından görülür.

Görüş alanına etki eden değişkenleri incelemek için "Görüş alanı" deneyini yapınız.

DENEY

4.4. DENEY

Deneyin Adı	Görüş alanı
Deneyin Amacı	Düzlem aynada görüş alanını etkileyen faktörlerin belirlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• 20x20 cm ve 80x100 cm ebatlarında iki düzlem ayna • Tahta kalemi

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



1. Adım: Ebadı küçük olan aynayı görseldeki gibi yerleştiriniz

2. Adım: Arkadaşlarınızın birinden resimdeki A, B ve C noktalarını işaretlemesini isteyiniz.

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Bir arkadaşınızdan A noktasındayken aynaya bakarak sınıf içinde gördüğü masa ve sandalye sayısını söylemesini isteyiniz ve sayıyı defterinize yazınız.

2. Adım: Aynı işlemleri B ve C noktaları için de tekrarlayarak arkadaşınızın gördüğü masa ve sandalye sayısını defterinize yazınız.

3. Adım: Küçük aynayı tahtanın önünden kaldırıp aynı yere büyük aynayı yerleştiriniz. Daha sonra 1. adımdaki işlemleri büyük ayna için yaparak arkadaşınızın gördüğü masa ve sandalye sayısını defterinize yazınız.

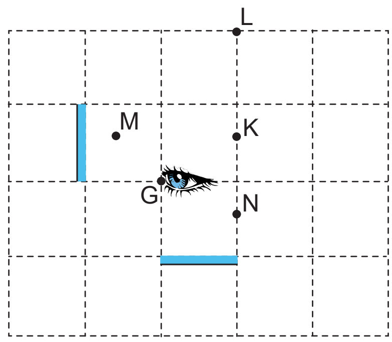
Sonuç ve Değerlendirme

1. Arkadaşınız aynaya doğru ilerlerken aynada gördüğü alan içerisindeki masa ve sandalye sayısı nasıl değişmektedir.
2. Ayna ebatları değiştiğinde arkadaşınızın gördüğü alan içindeki masa ve sandalye sayısı nasıl değişmektedir.

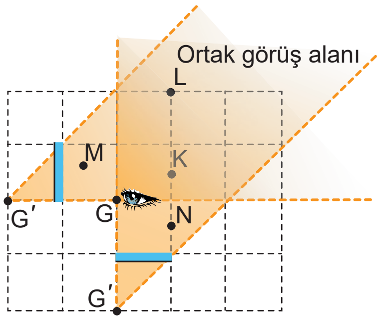
"Görüş alanı" deneyine göre aynaya bakıldığında ortamda bulunan cisimlerin hepsinin yansıması görülemeyecektir. Konum değiştirilerek farklı görüş alanı elde edilmektedir. Aynaya yaklaşıldığında ya da daha büyük ebatlı bir aynaya bakıldığında görülen masa ve sandalye sayısının arttığı gözlemlenir. Bu olayın sebebi gözün aynayı gördüğü açının değişmesidir. Bu açı, gözün aynaya olan uzaklığına ve aynanın büyüklüğüne bağlıdır. Düzlem aynaya yaklaşıldıkça görüş alanı genişler.

Örnek

G konumundan düzlem aynalara bakan göz K, L, M ve N noktasal cisimlerinden hangilerinin görüntülerini her iki aynada da görebilir?



Çözüm

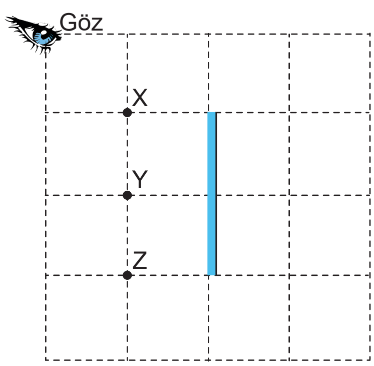


Gözün her iki aynadaki simetrisi alınıp ayrı ayrı her iki aynanın uçlarına doğrular çizilerek bu aynalardaki görüş alanları belirlenir. Her iki görüş alanının kesişmesiyle oluşan ortak bölgede bulunan cisimlerin görüntüleri her iki aynada da görülür. Buna göre cevap K ve L cisimleridir.

Örnek

Bir düzlem aynaya bakan göz ve saydam olmayan X, Y ve Z cisimleri şekildeki gibidir.

Buna göre göz X, Y ve Z saydam olmayan cisimlerinden hangilerinin görüntülerini görebilir?



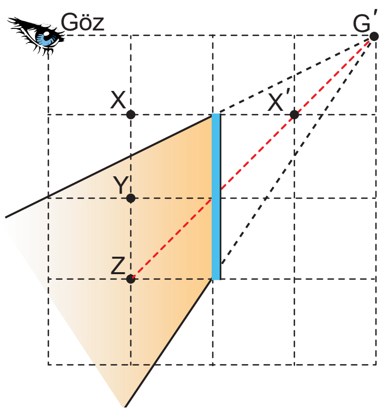
Çözüm

Gözün simetrisi (G′) alınarak aynanın köşelerine doğrular çizilir ve görüş alanı belirlenir. Saydam olmayan cisimlere ve bunların görüntülerine gözün görüntüsünden doğrular çizilir. Bu doğru, ikinci bir cisimden daha geçiyorsa o cisim görülemez.

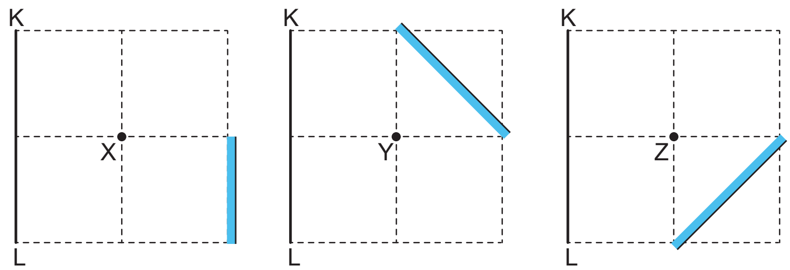
X cismi, gözün görüş alanında olmadığından görülemez.

Y cismi göz tarafından görülebilir.

Z cismi X cisminin görüntüsü tarafından engellendiği için görülemez.



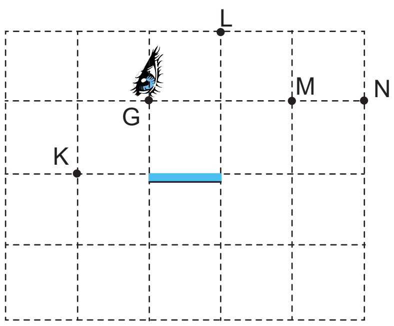
Sıra Sizde - 12



Eşit bölmelendirilmiş düzleme şekildeki gibi yerleştirilmiş düzlem aynalara X, Y ve Z noktalarından bakan gözlemcilerden hangileri K-L duvarının tamamını görebilir?

Çözüm

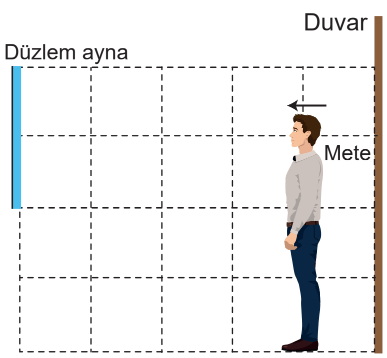
Sıra Sizde - 13



G noktasından düzlem aynaya bakan göz, noktasal K, L, M ve N cisimlerinden hangilerinin düzlem aynada oluşan görüntülerini görebilir?

Çözüm

Sıra Sizde - 14



Karşısındaki aynaya doğru yaklaşan Mete, aynaya yaklaştıkça kendi boyunda ve yeterince uzun duvarda gördüğü bölgelerin uzunluğunun değişimi hakkında ne söyleyebilir?

Çözüm

5. BÖLÜM

KÜRESEL AYNALAR

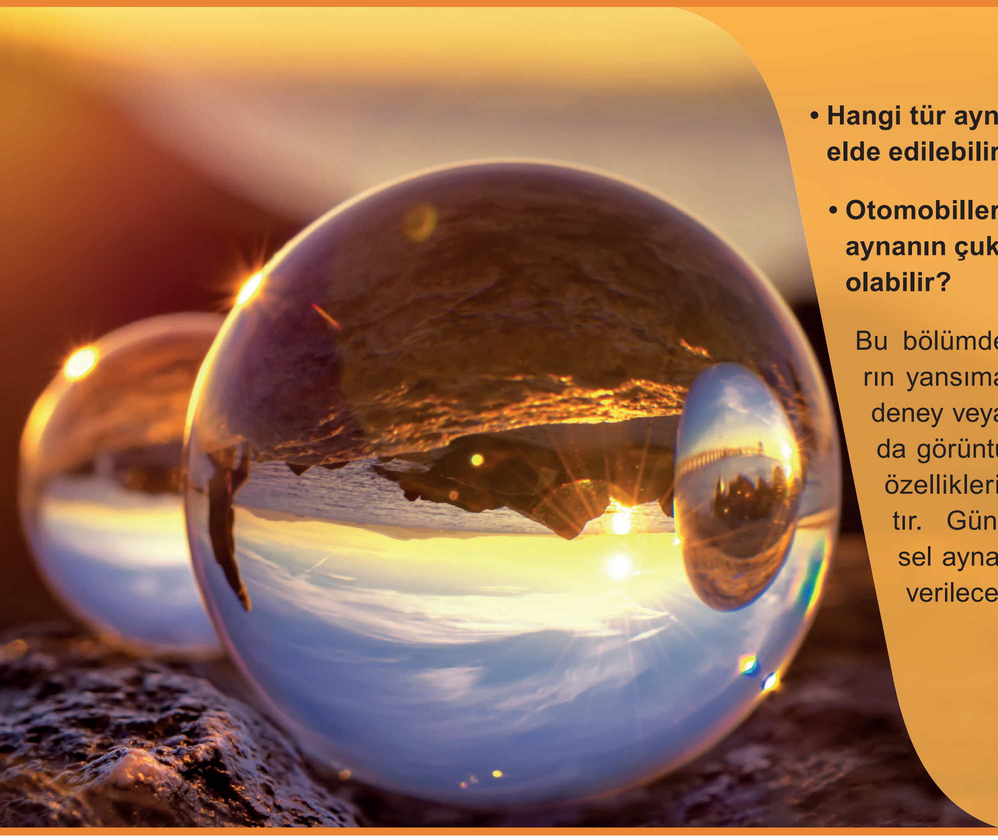
Konular

4.5.1. Küresel Aynalarda Odak Noktası, Merkez, Tepe Noktası ve Asal Eksen Kavramları

4.5.2. Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumu ve Özellikleri

Anahtar Kavramlar

- Odak noktası
- Merkez
- Tepe noktası
- Asal eksen

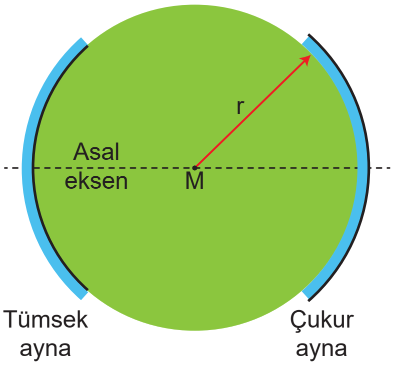


- **Hangi tür aynalarda cisme göre ters görüntü elde edilebilir?**
- **Otomobillerin dikiz aynalarında kullanılan aynanın çukur ayna olmamasının sebebi ne olabilir?**

Bu bölümde küresel aynalarda özel ışınların yansımasının çizilmesi üzerinde durulup deney veya simülasyonlarla küresel aynalarda görüntü oluşumunun ve oluşan görüntü özelliklerinin yorumlanması sağlanacaktır. Günlük hayatta karşılaşılan ve küresel ayna gibi davranan cisimlere örnekler verilecektir.

4.5.1. Küresel Aynalarda Odak Noktası, Merkez, Tepe Noktası ve Asal Eksen Kavramları

Yansıtıcı bir küre parçasından elde edilen aynalara **küresel ayna** denir. İç yüzeyi yansıtıcı yüzey olarak kullanılan küresel aynalara **çukur ayna** (Görsel 4.8), dış yüzeyi yansıtıcı yüzey olarak kullanılan küresel aynalara da **tümsek ayna** (Görsel 4.9) denir.



Şekil 4.22: *Küresel aynalarda eğrilik merkezi ve eğrilik yarıçapı*



Görsel 4.8: *Çukur ayna*



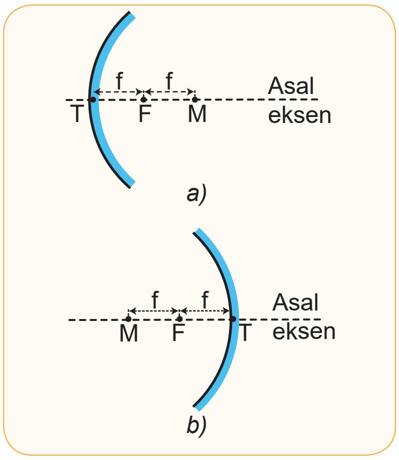
Görsel 4.9: *Tümsek ayna*

Küresel Aynaların Kavramları

Küresel aynaların Şekil 4.22'deki gibi küre yüzeyini tamamlayacak şekilde elde edilen küresel yüzeyin merkez noktası (M), aynı zamanda küresel aynaların eğrilik merkezidir. Küresel aynayı iki eşit parçaya bölen ve eğrilik merkezinden geçen doğruya **asal eksen** denir. Asal eksen ile aynanın kesiştiği noktaya **tepe noktası** (T) denir. Merkez ile tepe noktası arasındaki uzaklığa da aynanın **eğrilik yarıçapı** (r) denir.

Asal eksene paralel gönderilen ışınların yansıyanlarının ya da uzantılarının asal eksen üzerinde toplandığı noktaya aynanın **odak noktası** denir. Odak noktası F sembolüyle gösterilir. Odak noktası, tepe noktası ile merkez noktası arasındaki uzaklığı iki eşit parçaya bölen noktadır.

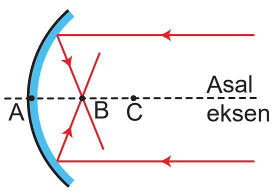
Odak noktasının tepe noktasına olan uzaklığına **odak uzaklığı** denir. Odak uzaklığı f sembolüyle gösterilir. Aynanın eğrilik yarıçapı iki odak uzaklığına eşittir ($r = 2f$). Bu durumda küresel bir aynanın odak uzaklığı sadece aynanın eğrilik yarıçapına bağlıdır. Küresel aynalara ait yukarıdaki kavramlar Şekil 4.23: a ve b'de gösterilmiştir.



Şekil 4.23: *a) Çukur aynanın asal ekseni üzerindeki tepe (T), odak (F) ve merkez (M) noktaları b) Tümsek aynanın asal ekseni üzerindeki tepe (T), odak (F) ve merkez (M) noktaları*

Sıra Sizde - 15

Çukur aynanın asal eksenine paralel gönderilen ışınların izlediği yol şekildeki gibidir.



Buna göre

I. A noktası tepe noktasıdır.

II. B noktası odaktır.

III. C noktası merkezdir.

ifadelerinden hangileri doğrudur? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

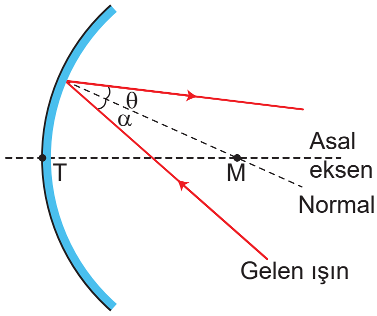
Çözüm

Küresel Aynada Yansıma ve Özel Işınlar

Küresel ayna üzerine düşürülen ışık ışınlarının yansıması olayı, yansıma kanunlarına göre gerçekleşir. Küresel aynaların geometrik yüzeylerinden dolayı aynanın merkezinden ayna yüzeyine çizilen doğrular **yüzey normali**dir.

Çukur aynaya Şekil 4.24'teki gibi gelen ışığın yansımasında, ışığın aynaya düştüğü nokta ile ayna merkezini birleştiren bir doğru çizilerek yüzey normali belirlenir. Gelen ışının normal ile yaptığı gelme açısı (α), yansıyan ışının normal ile yaptığı yansıma açısına (θ) eşit ($\alpha = \theta$) olacak şekilde yansıma gerçekleşir.

Çukur aynada özel ışınların yansımalarını incelemek için “Çukur aynada özel ışınlar” deneyini yapınız.

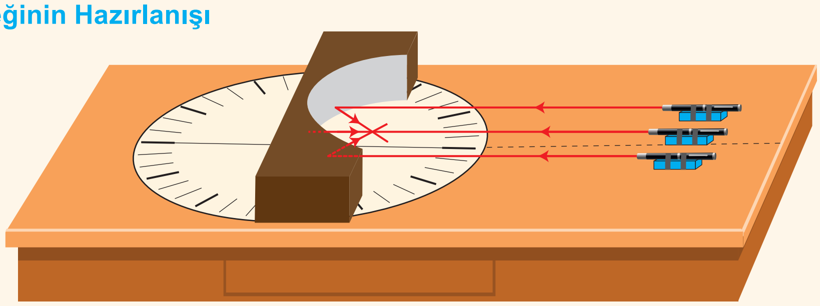


Şekil 4.24: *Çukur aynada ışının yansıması*

4.5. DENEY

Deneyin Adı	Çukur aynada özel ışınlar
Deneyin Amacı	Çukur aynalarda tepe (T), odak (F) ve merkez (M) noktalarının belirlenerek özel ışınların yansımalarının incelenmesinin sağlanması
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Bant • Düz kenarlı çukur ayna • Optik daire • Cetvel • Kalem • 3 adet kırmızı renkli LASER ışık kaynağı • 3 adet dikdörtgen takoz (Takoz yükseklikleri çukur aynanın eninin yarısı kadar olmalıdır.)

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



1. Adım: Optik daireyi masa üzerine yerleştirdikten sonra çukur aynanın orta noktası optik dairenin merkezi ile aynı nokta üzerinde çakışacak şekilde ve LASER’lerden birini optik dairenin çap çizgisi üzerine şekildeki gibi yerleştiriniz

2. Adım: Aynanın orta noktasından ve optik dairenin çap çizgisine dik olacak şekilde bir çizgi çizerek çukur aynanın asal eksenini belirleyiniz.

3. Adım: LASER ışık kaynaklarını asal eksene paralel olacak şekilde takozların üzerine bantla sabitleyiniz.

4. Adım: Işık kaynaklarını ayna yönünde, birinci kaynağı aynanın asal ekseni doğrultusunda, ikinci kaynağı birinci kaynağın sağına, üçüncü kaynağı ise birinci kaynağın soluna gelecek şekilde birbirine paralel yerleştiriniz.

DENEY

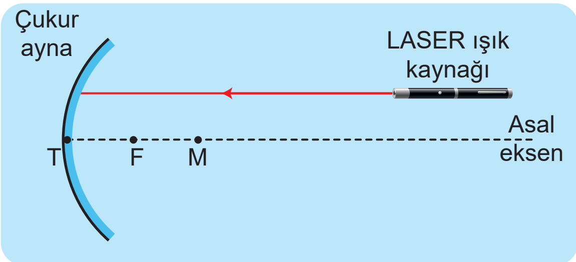
DENEY

Deneyin Yapılışı

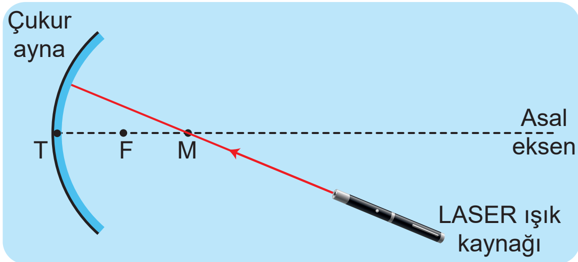
1. Adım: Işık kaynaklarını aynı anda açınız. Yansıyan ışınların kesiştiği noktayı zemin üzerinde işaretleyerek aynanın odak noktasını belirleyiniz. Belirlediğiniz odak noktasını F sembolüyle gösteriniz.

2. Adım: Belirlediğiniz odak noktası ile ayna arasındaki uzaklığı cetvelle ölçerek odak uzaklığını tespit ediniz. Asal eksen üzerinde aynaya uzaklığı odak uzaklığının iki katı olan aynanın merkez noktasını işaretleyip bu noktayı M sembolüyle gösteriniz.

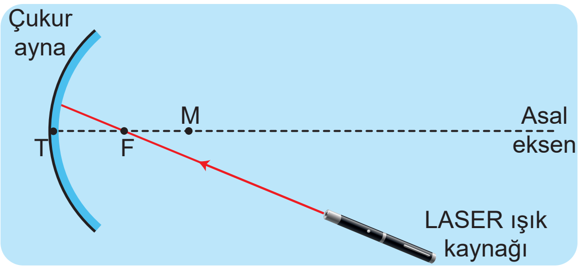
3. Adım: Işık kaynağından çıkan ışınları asal eksene paralel göndererek yansıyan ışığın izlediği yolu şekil üzerinde çiziniz.



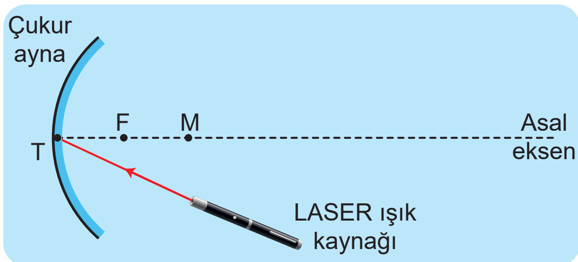
4. Adım: Işık kaynağından çıkan ışınları M noktasından göndererek yansıyan ışığın izlediği yolu şekil üzerinde çiziniz.



5. Adım: Işık kaynağından çıkan ışınları F noktasından geçecek şekilde göndererek yansıyan ışığın izlediği yolu şekil üzerinde çiziniz.



6. Adım: Işık kaynağından çıkan ışınları ayna ile asal eksenin kesiştiği nokta olan T noktasına göndererek gelen ışın ile yansıyan ışının asal eksenle yaptığı açıları ölçünüz. Yansıyan ışığın izlediği yolu şekil üzerinde çiziniz.

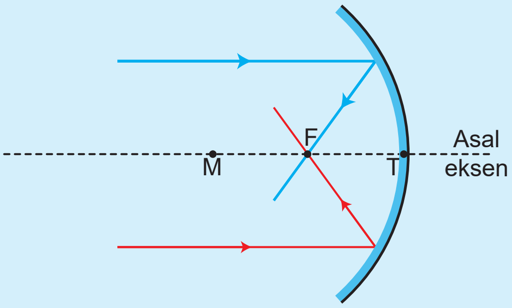
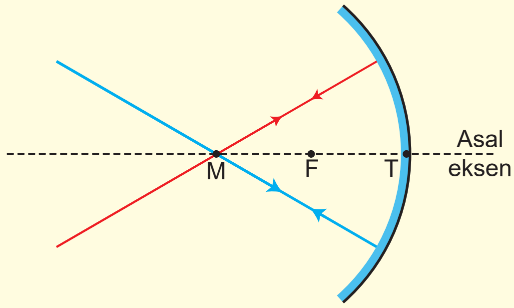
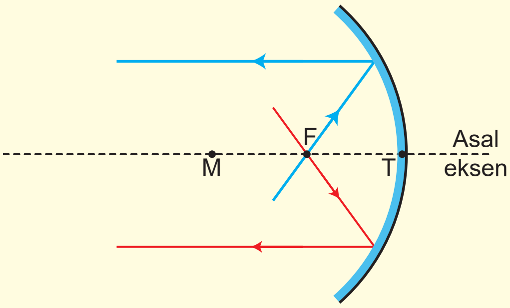
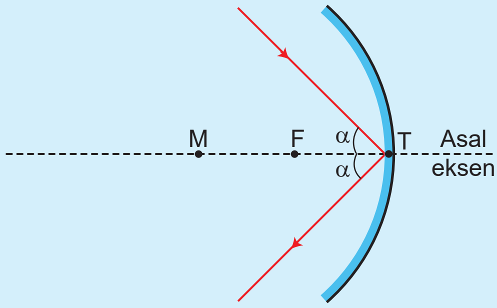


Sonuç ve Değerlendirme

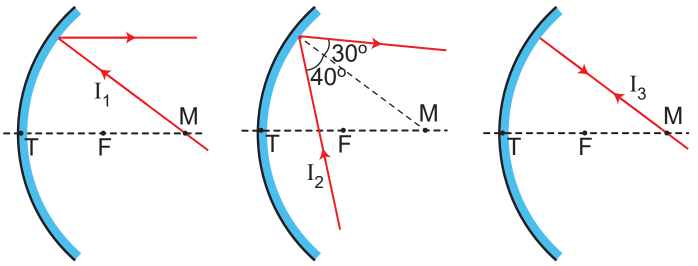
1. Asal eksene paralel gönderilen ışın hangi noktadan geçecek şekilde yansımıştır?
2. Merkezden geçecek şekilde gönderilen ışın asal eksen üzerindeki hangi noktadan geçecek şekilde yansımıştır?
3. Odak noktasından gelen ışın asal eksene göre nasıl yansımıştır?
4. Tepe noktasına gönderilen ışının asal eksenle yaptığı açı ile yansıyan ışının asal eksenle yaptığı açıyı ölçerek karşılaştırınız.

"Çukur aynada özel ışınlar" deneyinde gözlemlenen ve özel ışın olarak adlandırılan bazı ışınların çukur aynadan yansımaları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: *Çukur Aynada Özel Işınların Yansıması*

Aynanın asal eksenine paralel şekilde aynaya gönderilen ışınlar	Aynanın merkez noktasından geçecek şekilde aynaya gönderilen ışınlar
	
Aynanın odak noktasından geçecek şekilde aynaya gönderilen ışınlar	**Aynanın tepe noktasına asal eksenle α açısı yapacak şekilde aynaya gönderilen ışınlar**
	

Sıra Sizde - 16

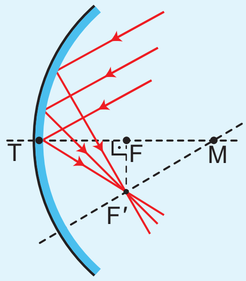


Çukur aynalara gönderilen I_1, I_2 ve I_3 ışınlarından hangilerinin izlediği yol doğru çizilmiştir?

Çözüm

Meraklısına Bilgi

Herhangi bir doğrultuda birbirine paralel gelen ışınlar odak dikmesi üzerindeki bir noktada toplanır. Bu noktaya **yardımcı odak** (F′) denir. Yardımcı odak bulunurken gelen ışınlara paralel ve merkezden geçen bir doğru çizilir. Odak noktasından çizilen dikme ile bu doğrunun kesiştiği nokta yardımcı odaktır. Birbirine paralel gelen ışınlar aynadan yansıdıktan sonra bu noktada kesişir.



Meraklısına Bilgi

Fransa'daki araştırmacılar, Pirene (Pirene) Dağları'nın Pic du Midi (Pik dü Midi) Tepesi'ne yerleştirdikleri aynalar yardımı ile Güneş ışınlarını bir noktadan geçecek şekilde toplayarak demiri eritecek kadar yüksek sıcaklık elde etmişlerdir.

Araştırınız

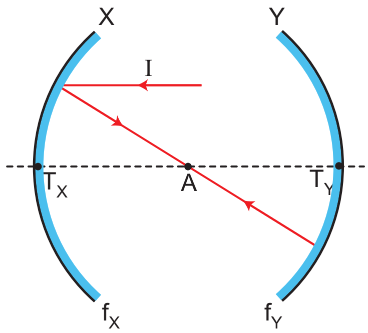
Günlük hayatta kullanılan ve çukur ayna gibi davranan cisimleri gözlemleyiniz. Çukur aynaların kullanıldığı yerleri araştırınız. Araştırma sonucunu arkadaşlarınızla paylaşınız.

Meraklısına Bilgi

Astronomlar, uzak yıldızlardan gelen zayıf ışığı toplayabilmek için teleskoplarda, eğrilik yarı çapları büyük olan aynalar kullanılır. Bu sayede gözle görülmeyen yıldızların görüntüleri bile elde edilebilir.

Örnek

Asal eksenleri çakışık X ve Y aynalarının odak uzaklıkları sırasıyla f_X ve f_Y dir.



Asal eksene paralel olarak X aynasına gönderilen bir I ışını şekilde verilen yolu izlediğine göre aynaların odak uzaklıkları oranı olan $\frac{f_X}{f_Y}$ kaçtır? $(|T_XA| = |T_YA|)$

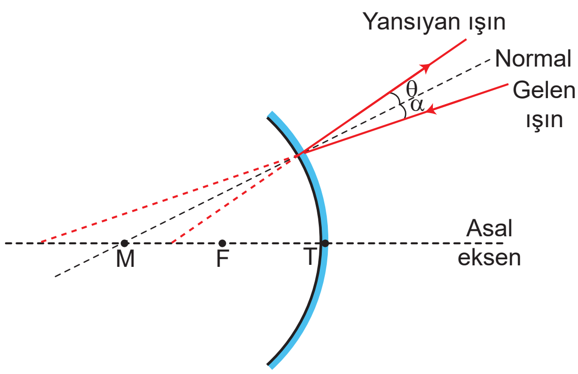
Çözüm

Noktalar arası uzaklık $|T_XA| = |T_YA| = d$ olarak kabul edilirse X aynasının asal eksenine paralel gelen I ışını odaktan geçecek şekilde yansıyacaktır. Bu nedenle A noktası, X aynasının odak noktasıdır. Bu durumda $f_X = d$ olur.

Y aynasına gelen ışın kendi üzerinden geri döndüğüne göre Y aynasının merkez noktasından gelmiştir. Bu nedenle A noktası, Y aynasının merkezidir. Bu durumda $2f_Y = d$ ise $f_Y = \frac{d}{2}$ olur.

$\frac{f_X}{f_Y} = \frac{d}{\frac{d}{2}} = 2$ bulunur.

Tümsek aynaya Şekil 4.25'teki gibi gelen ışının yansımasında ışının aynaya düştüğü nokta ile merkez noktasını birleştiren doğru çizilerek yüzey normali belirlenir. Gelen ışının normal ile yaptığı gelme açısı (α), yansıyan ışının normal ile yaptığı yansıma açısına (θ) eşit ($\alpha = \theta$) olacak şekilde yansıma gerçekleşir.



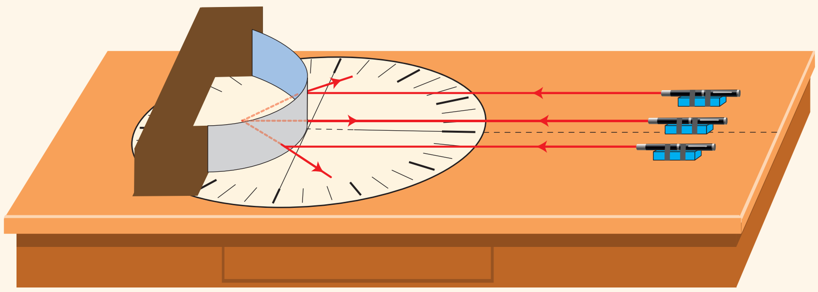
Şekil 4.25: *Tümsek aynada ışının yansıması*

Tümsek aynaya gönderilen özel ışınların yansımalarını gözlemlemek için "Tümsek aynada özel ışınlar" deneyini yapınız.

4.6. DENEY

Deneyin Adı	Tümsek aynada özel ışınlar
Deneyin Amacı	Tümsek aynalarda tepe (T), odak (F) ve merkez (M) noktalarının belirlenerek özel ışınlarının yansımalarının incelenmesinin sağlanması
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Bant • Düz kenarlı çukur ayna • Optik daire • Cetvel • Kalem • 3 adet kırmızı renkli LASER ışık kaynağı • 3 adet dikdörtgen takoz (Takoz yükseklikleri çukur aynanın eninin yarısı kadar olmalıdır.)

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



1. Adım: Optik daireyi masanın üzerine yerleştiriniz. Tümsek aynanın tepe noktası optik dairenin merkezi ile aynı nokta çakışacak şekilde ve LASER'lerden birini optik dairenin çap çizgisi üzerine şekildeki gibi yerleştiriniz.

2. Adım: Aynanın tepe noktasından ve optik dairenin çap çizgisine dik olacak şekilde bir çizgi çizerek tümsek aynanın asal eksenini belirleyiniz.

3. Adım: LASER ışık kaynaklarını takozların üzerine bantla sabitleyiniz.

4. Adım: Işık kaynaklarını ayna yönünde; birinci kaynağı aynanın asal ekseni doğrultusunda, ikinci kaynağı birinci kaynağın sağına, üçüncü kaynağı ise birinci kaynağın soluna gelecek şekilde birbirine paralel yerleştiriniz.

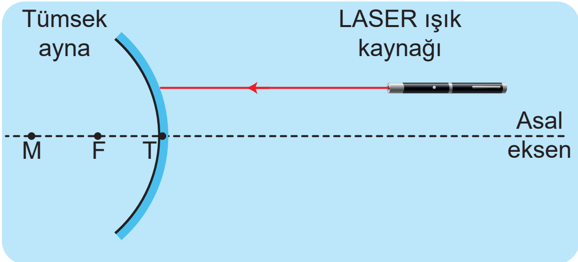
Deneyin Yapılışı

1. Adım: Işık kaynaklarını aynı anda açarak ışınların uzantılarının kesiştiği noktayı zemin üzerinde işaretleyerek aynanın odak noktasını belirleyiniz. Bu noktayı F sembolüyle gösteriniz.

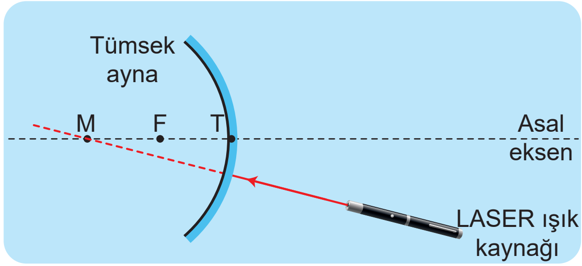
2. Adım: Belirlediğiniz odak noktası ile ayna arasındaki uzaklığı cetvelle ölçerek odak uzaklığını belirleyiniz. Asal eksen üzerinde aynaya uzaklığı odak uzaklığının iki katı olan aynanın merkez noktasını işaretleyip bu noktayı M sembolüyle gösteriniz.

DENEY

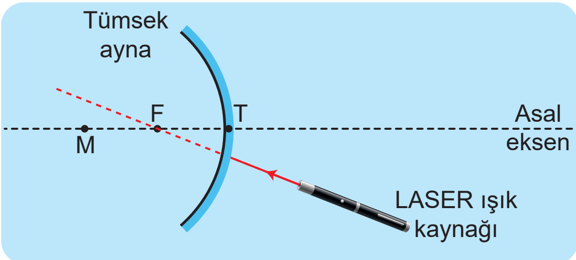
3. Adım: Işık kaynağından çıkan ışınları asal eksene paralel göndererek yansıyan ışığın izlediği yolu şekil üzerinde çiziniz.



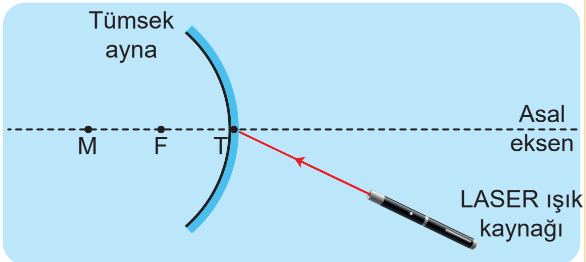
4. Adım: Işık kaynağından çıkan ışınları M noktasından geçecekmiş gibi göndererek yansıyan ışığın izlediği yolu şekil üzerinde çiziniz.



5. Adım: Işık kaynağından çıkan ışınları F noktasından geçecekmiş gibi göndererek yansıyan ışığın izlediği yolu şekil üzerinde çiziniz.



6. Adım: Işık kaynağından çıkan ışınları ayna ile asal eksenin kesiştiği nokta olan T noktasına göndererek yansıyan ışığın izlediği yolu şekil üzerinde çiziniz.

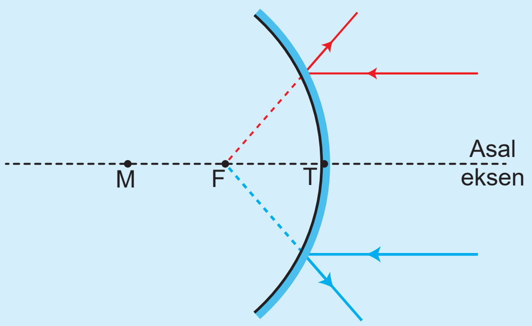
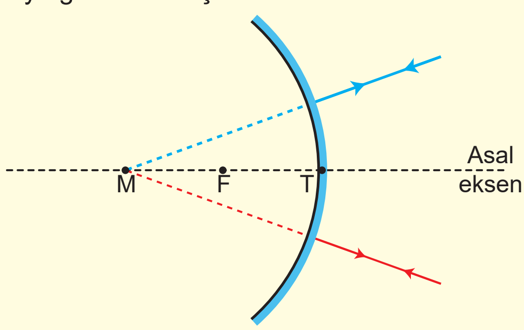


Sonuç ve Değerlendirme

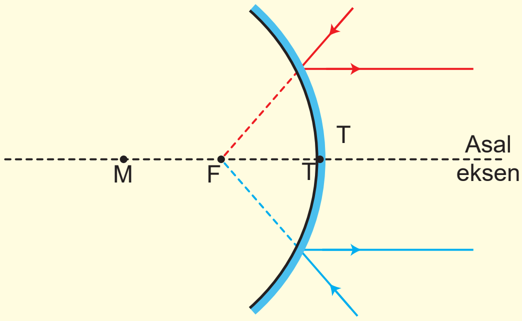
1. Asal eksene paralel gelen ışının yansıyanının uzantısı hangi noktadan geçecek şekilde yansımıştır?
2. Merkezden geçecekmiş gibi gönderilen ışının yansıyanının uzantısı asal eksen üzerindeki hangi noktadan geçecek şekilde yansımıştır?
3. Uzantısı odak noktasından geçecekmiş gibi gelen ışın asal eksene göre nasıl yansımıştır?
4. Tepe noktasına gönderilen ışınla yansıyan ışının asal eksenle yaptığı açıyı karşılaştırınız.

"Tümsek aynada özel ışınlar" deneyinde gözlemlenen ve özel ışın olarak adlandırılan bazı ışınların tümsek aynadan yansımaları Tablo 4.2'de verilmiştir.

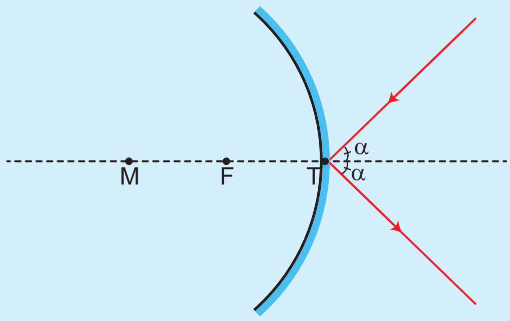
Tablo 4.2: *Tümsek Aynada Özel Işınların Yansıması*

Aynanın asal eksenine paralel şekilde aynaya gönderilen ışınlar	Aynanın merkez noktasından geçecek şekilde aynaya gönderilen ışınlar
	

Aynanın odak noktasından geçecek şekilde aynaya gönderilen ışınlar

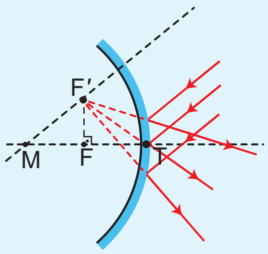


Aynanın tepe noktasına asal eksenle α açısı yapacak şekilde aynaya gönderilen ışınlar



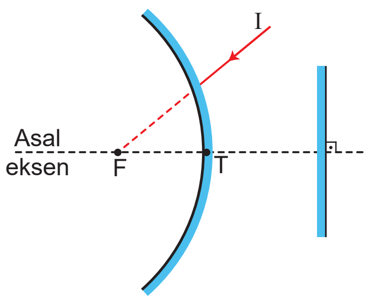
Meraklısına Bilgi

Herhangi bir doğrultuda birbirine paralel gelen ışınların uzantıları odak dikmesi üzerindeki bir noktada toplanır. Bu nokta tümsek aynanın yardımcı odağıdır (F′). Yardımcı odak bulunurken gelen ışınlara paralel ve merkezden geçen bir doğru çizilir. Odak noktasından çizilen dikme ile bu doğrunun kesiştiği nokta yardımcı odaktır. Birbirine paralel gelen ışınlar aynadan yansıdıktan sonra yansıyan ışınların uzantıları bu noktada kesişir.



Sıra Sizde - 17

Tümsek aynanın asal eksenine dik yerleştirilen düzlem aynayla oluşturulmuş sisteme bir I ışını gönderiliyor.



Buna göre ışının izlediği yolu çizerek gösteriniz.

Çözüm

4.5.2. Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumu ve Özellikleri

Çukur Aynada Görüntü Oluşumu ve Özellikleri

Çukur aynalar yardımıyla cisimlerin daha farklı boyutlarda görülmesi sağlanabilir. Çukur aynalarda oluşan görüntünün yeri ve özelliklerinin incelenebilmesi için "Çukur aynada görüntü oluşumu ve özellikleri" etkinliğini yapınız.

ETKİNLİK

4.1. ETKİNLİK

Etkinliğin Adı	Çukur aynada görüntü oluşumu ve özellikleri
Etkinliğin Amacı	Bir cismin çukur aynadaki görüntüsünün yeri, boyu ve özelliklerinin belirlenmesi
Kullanılan Malzemeler	Etkileşimli tahta veya tablet

Etkinliğin Hazırlanışı

Karekodu kullanarak videoyu açınız.

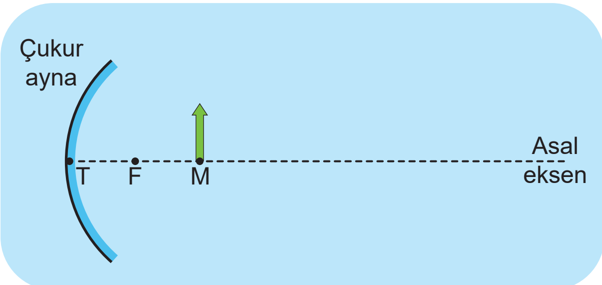
Etkinliğin Yapılışı

1. Adım: Videoyu izleyerek cismin, aynanın merkezinden daha uzak bir mesafedeyken çukur aynada oluşan görüntüsünün yeri, boyu ve özellikleri (gerçek veya sanal, cisme göre ters veya düz olması durumu) ile ilgili bilgileri tabloya kaydediniz. Tablodan yararlanarak cismin görüntüsünü verilen şekil üstünde çiziniz.



Cisim aynanın eğrilik yarıçapından daha uzak bir mesafede ise	
Görüntünün Yeri	
Görüntünün Boyu	
Görüntünün Özellikleri	

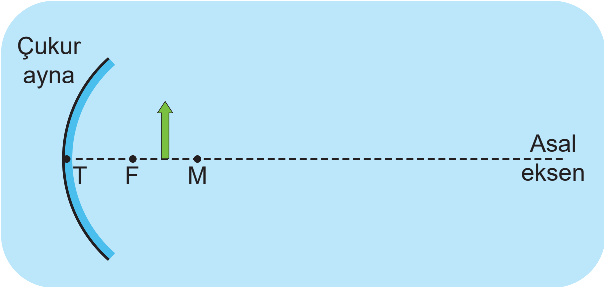
2. Adım: Videoyu izleyerek cismin, aynanın merkezindeyken oluşan görüntüsünün yeri, boyu ve özellikleri ile ilgili bilgileri tabloya kaydediniz. Tablodan yararlanarak cismin görüntüsünü verilen şekil üstünde çiziniz.



Cisim aynanın eğrilik yarıçapı (M) noktasında ise	
Görüntünün Yeri	
Görüntünün Boyu	
Görüntünün Özellikleri	

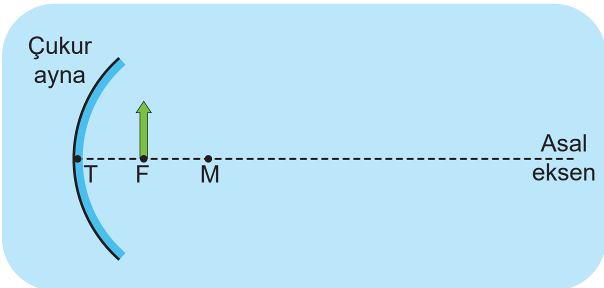
ETKİNLİK

3. Adım: Videoyu izleyerek cismin, aynanın merkeziyle odak noktası arasında bir mesafedeyken çukur aynada oluşan görüntüsünün yeri, boyu ve özellikleri ile ilgili bilgileri tabloya kaydediniz. Tablodan yararlanarak cismin görüntüsünü verilen şekil üstünde çiziniz.



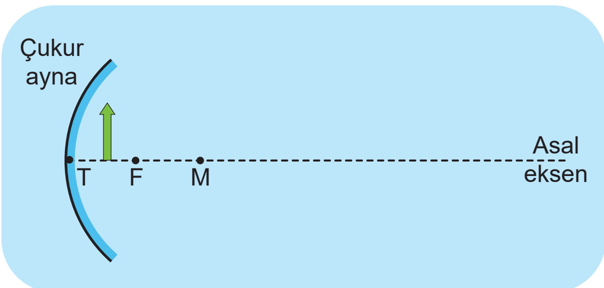
Cisim aynanın eğrilik yarıçapı ile odak noktası arasında bir mesafede ise	
Görüntünün Yeri	
Görüntünün Boyu	
Görüntünün Özellikleri	

4. Adım: Videoyu izleyerek cismin, aynanın odak noktasındayken oluşan görüntüsünün yeri, boyu ve özellikleri ile ilgili bilgileri tabloya kaydediniz. Tablodan yararlanarak cismin görüntüsünü verilen şekil üstünde çiziniz.



Cisim aynanın odak noktasında ise	
Görüntünün Yeri	
Görüntünün Boyu	
Görüntünün Özellikleri	

5. Adım: Videoyu izleyerek cismin, ayna ile odak noktası arasında bir mesafedeyken çukur aynada oluşan görüntüsünün yeri, boyu ve özellikleri ile ilgili bilgileri tabloya kaydediniz. Tablodan yararlanarak cismin görüntüsünü verilen şekil üstünde çiziniz.



Cisim ayna ile odak noktası arasında bir mesafede ise	
Görüntünün Yeri	
Görüntünün Boyu	
Görüntünün Özellikleri	

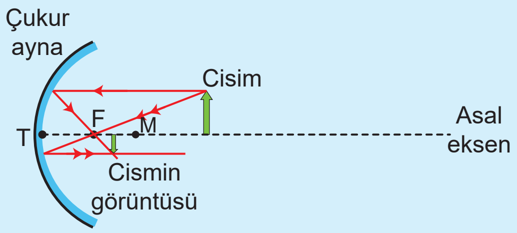
Etkinliğin Sonuçlandırılması

1. Cisim eğrilik yarıçapından daha uzak bir noktadan başlayarak odak noktasına doğru getirildiğinde görüntünün yerinin ve boyunun nasıl değiştiğini yorumlayınız.

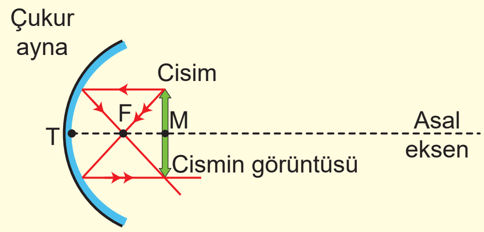
2. Etkinliğin 5. adımında oluşan görüntünün yerini ve özelliklerini inceleyip elde ettiğiniz bilgileri sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Etkinlikte görüldüğü gibi çukur aynanın önüne yerleştirilen bir cismin görüntüsünün yeri ve özellikleri cismin aynaya olan uzaklığına bağlı olarak değişmektedir. Cisimlerin çukur aynada oluşan görüntüleri ile ilgili bilgiler Tablo 4.3'teki gibidir.

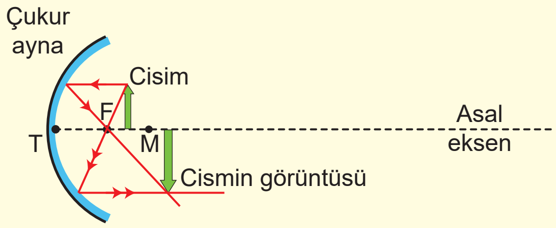
Tablo 4.3: *Çukur Aynada Görüntü Oluşumu*



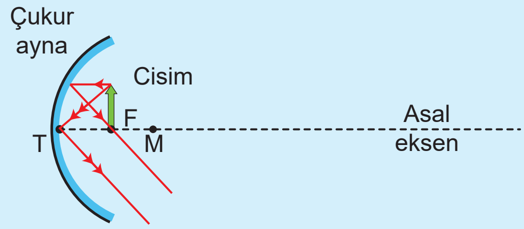
Cismin Yeri	Merkezin dışında
Görüntünün Yeri	Merkez ile odak arasında
Görüntünün Özellikleri	Ters, gerçek, cisimden küçük



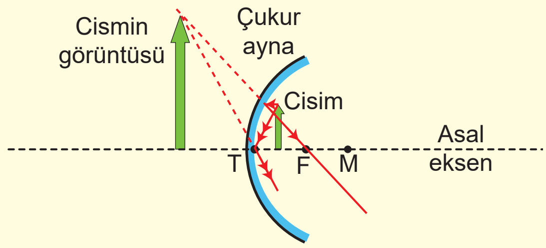
Cismin Yeri	Merkez
Görüntünün Yeri	Merkez
Görüntünün Özellikleri	Ters, gerçek, cisimle eşit boyda



Cismin Yeri	Merkez ile odak arasında
Görüntünün Yeri	Merkez ile sonsuz arasında
Görüntünün Özellikleri	Ters, gerçek, cisimden büyük

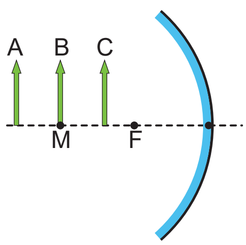


Cismin Yeri	Odakta
Görüntünün Yeri	Sonsuzda
Görüntünün Özellikleri	Görüntü gözlenemez, belirsiz



Cismin Yeri	Odak ile tepe noktası arasında
Görüntünün Yeri	Aynanın arkasında
Görüntünün Özellikleri	Düz, sanal ve cisimden büyük

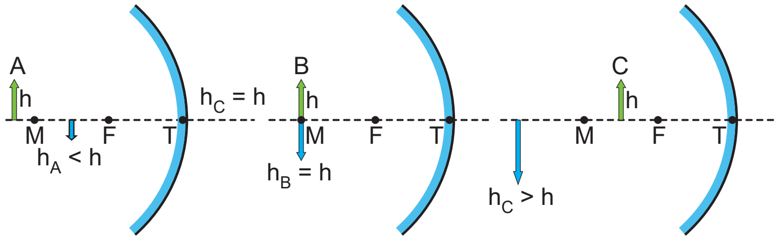
Örnek



Odak noktası F, merkez noktası M olan çukur aynanın asal ekseni üzerinde bulunan A, B ve C cisimlerinin boyları eşittir.

Cisimlerin çukur aynadaki boyları sırasıyla h_A, h_B ve h_C olduğuna göre cisimlerin görüntüsünün boyları arasındaki ilişki nasıldır?

Çözüm



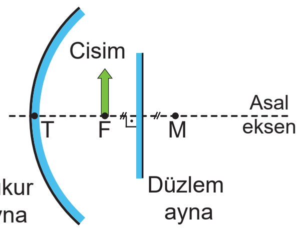
A, B ve C cisimlerinin boyları h kabul edilirse

- A cismi merkezin dışında olduğu için görüntüsü odak ile merkez arasındadır. Görüntünün boyu cismin boyundan küçüktür.
- B cismi merkezde olduğu için görüntüsü merkezde oluşur. Görüntünün boyu cismin boyuna eşittir.
- C cismi merkez ile odak arasında olduğu için görüntüsü merkezin dışında oluşur. Görüntünün boyu cismin boyundan büyüktür.

Buna göre $h_C > h_B > h_A$ bulunur.

Sıra Sizde - 18

Çukur aynanın odak noktası F, merkezi M'dir. Bir düzlem ayna asal eksene dik olarak F ile M'nin tam orta noktasına yerleştirilmiştir.



Buna göre çukur aynanın odağında bulunan cisimden gelen ışınların önce düzlem sonra çukur aynadan yansıyarak oluşturduğu görüntünün yeri ve özellikleri nelerdir?

Çözüm

Tümsek Aynada Görüntü Oluşumu ve Özellikleri

Tümsek aynada görüntü oluşumunu ve özelliklerini incelemek için "Tümsek aynada görüntü oluşumu ve özellikleri" etkinliğini yapınız.

ETKİNLİK

4.2. ETKİNLİK

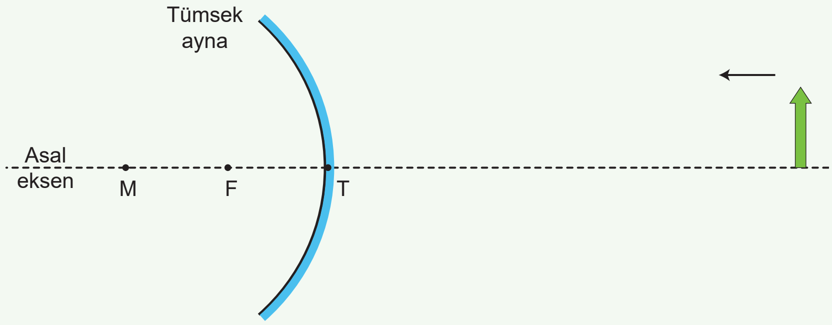
Etkinliğin Adı	Tümsek aynada görüntü oluşumu ve özellikleri
Etkinliğin Amacı	Bir cismin tümsek aynada oluşan görüntüsünün yeri, boyu ve özelliklerinin belirlenmesi
Kullanılan Malzemeler	Etkileşimli tahta veya tablet

Etkinliğin Hazırlanışı

Karekodu kullanarak videoyu açınız.

Etkinliğin Yapılışı

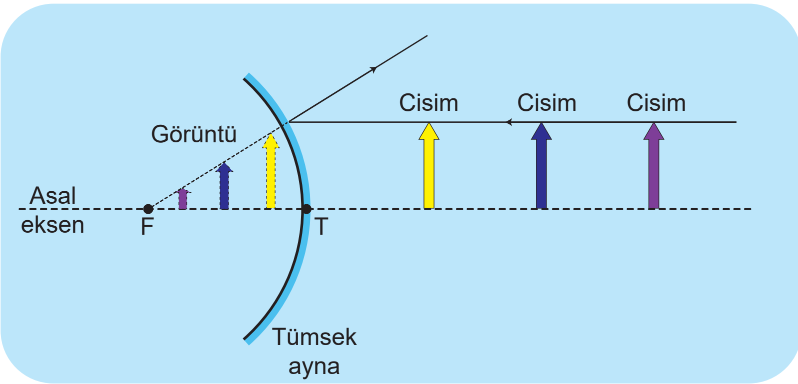
1. **Adım:** Videoyu izleyiniz. Cisim tümsek aynaya yaklaştıkça görüntünün yerinin ve özelliklerinin nasıl değiştiğini inceleyiniz.
2. **Adım:** Gözlemlerinizi verilen şekil üzerinde çizerek gösteriniz.



Etkinliğin Sonuçlandırılması

Cisim, aynaya yaklaştıkça oluşan görüntünün yerinde ve özelliklerinde nasıl bir değişim meydana geldiğini yorumlayınız.

Etkinlikte görüldüğü gibi tümsek aynanın önüne yerleştirilen bir cismin görüntüsü daima odak ile ayna arasında oluşmaktadır. Oluşan görüntü daima sanal ve düzdür. Görüntünün boyu cismin boyundan küçüktür. Cisim aynaya doğru yaklaştırıldıkça görüntüsü de aynaya yaklaşır ve cismin görüntüsünün boyu büyür (Şekil 4.26).



Şekil 4.26: *Tümsek aynada oluşan görüntüler*

Küresel aynalar farklı kullanım alanlarına sahiptir. Çukur aynalar dişçi ve dağcı ekipmanlarında, teleskop ve mikroskopların yapısında sıkça kullanılır. Ayrıca ışıldak, el feneri ve araba farı gibi aydınlatma gereçlerinde de çukur aynadan yararlanılır. Tümsek aynalar ise araçların yan ve dikiz aynaları ile dar sokaklardaki ve otoparklardaki keskin dönüşlerde kullanılmaktadır.

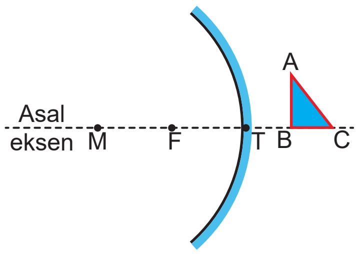
Günlük hayatta küresel ayna gibi davranan cisimlerle de karşılaşılmaktadır. Örneğin yemek kaşığının iç yüzeyi çukur ayna gibi davranırken dış yüzeyi tümsek ayna gibi davranır. Çelik tencere ve demliklerin dış yüzeyleri ise tümsek ayna gibi davranırken çanak antenler çukur ayna gibi davranır.

Araştırınız

Günlük hayatta kullanılan ve tümsek ayna gibi davranan cisimleri gözlemleyiniz. Tümsek aynaların kullanıldığı yerleri araştırınız. Araştırma sonucunu arkadaşlarınızla paylaşınız.

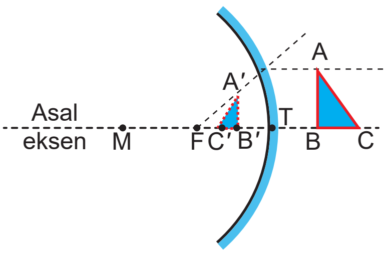
Örnek

Tümsek aynanın odağı F, merkezi ise M noktasıdır.



Asal eksen üzerindeki ABC üçgeninin görüntüsü nasıldır?

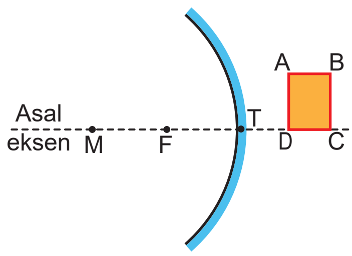
Çözüm



Tümsek aynalarda ayna önündeki bir cismin görüntüsü daima odak ile tepe noktası arasında düz, sanal ve cisimden daha küçüktür. Cismin çukur aynaya yakın olan kısmının görüntüsü aynaya daha yakındır. Buna göre ABC üçgeninin A′B′C′ görüntüsü şekildeki gibi olur.

Sıra Sizde - 19

Odak noktası F, merkez noktası M olan tümsek aynanın önüne konan şekildeki ABCD dikdörtgeninin aynadaki görüntüsünü çiziniz.



Çözüm

6. BÖLÜM

KIRILMA

Konular

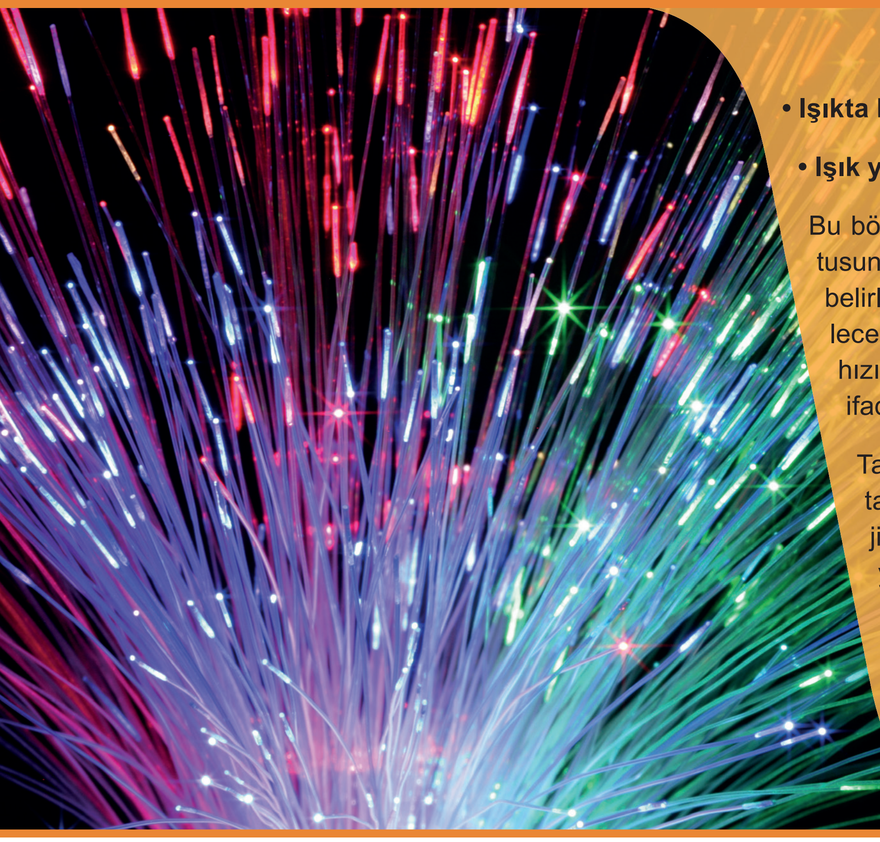
4.6.1. Işığın Kırılmasının Su Dalgalarında Kırılma Olayı ile İlişkisi

4.6.2. Işığın Tam Yansıma Olayının ve Sınır Açısının Analizi

4.6.3. Farklı Ortamda Bulunan Bir Cismin Görünür Uzaklığını Etkileyen Sebepler

Anahtar Kavramlar

- Kırılma
- Kırıcılık indisi
- Snell Yasası
- Tam yansıma
- Sınır açısı
- Görünür uzaklık



• Işıkta kırılma olayının sebebi ne olabilir?

• Işık yardımıyla iletişim sağlanabilir mi?

Bu bölümde ortam değiştiren ışığın ilerleme doğrultusundan sapma miktarının bağlı olduğu değişkenler belirlenip Snell Yasası'nın matematiksel modeli verilecektir. Kırılma indisinin, ışığın ortamdaki ortalama hızı ve boşluktaki hızı ile ilişkili bir değişken olduğu ifade edilecektir.

Tam yansıma olayı ve sınır açısı yorumlanarak tam yansımanın gerçekleştiği fiber optik teknolojisi, serap olayı, havuz ışıklandırması örneklerine yer verilecektir.

Görünür uzaklığı etkileyen değişkenler belirlenerek bu değişkenlerin günlük hayatta gözlemlenen olaylarla ilişkisi kurulacaktır.

4.6.1. Işığın Kırılmasının Su Dalgalarında Kırılma Olayı ile İlişkisi

Günlük hayatta karşılaşılan bazı ışık olaylarının açıklanabilmesi için ışığın bu olaylardaki davranışının bilinmesi gerekir. Yağmurdan sonra güneş açtığında neden gökkuşağı oluşur? Sıcak yaz günlerinde asfaltın üzerinde su birikintisi varmış gibi görülmesinin sebebi nedir? Su dolu bir havuza bakıldığında havuzun derinliği neden olduğundan daha az algılanır?

Yukarıdaki soruların cevabı ortam değiştiren ışığın davranışında saklıdır. Çay dolu bir bardağa bir kaşık konulup bakıldığında kaşığın bardağın içerisinde kalan kısmı ile dışında kalan kısmı birbirinden kopmuş gibi ya da kırılmış gibi görülür (Görsel 4.10).



Görsel 4.10: *Çay dolu bardakta çay kaşığının görüntüsü*

Kaşığın çayda kalan kısmından yansıyarak havaya çıkan ışık ilerleme doğrultusundan sapar. Bu nedenle kaşığın çaydaki kısmı havadaki kısmından kopukmuş gibi görülür. Aynı şekilde düzgün siyah ve beyaz çizgilerden oluşmuş bir fon önüne su dolu bardaklar konulduğunda bardaklardaki sudan geçen ışık doğrultu değiştirir. Bu nedenle fonda yer alan çizgilere bardakların önünden bakıldığında çizgiler gerçek görüntüsünden farklı görülür (Görsel 4.11).



Görsel 4.11: *Su dolu bardakların arkasındaki çizgilerin kırılması*

Ortam değiştiren ışığın ilerleme doğrultusunda meydana gelen sapma miktarını etkileyen değişkenleri incelemek için “Işığın kırılması” deneyini yapınız.

Simülasyon

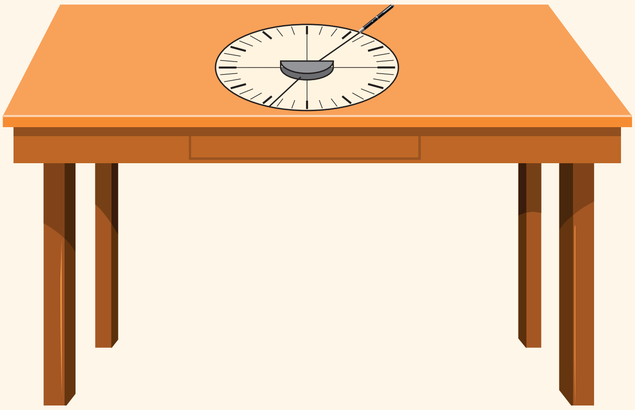
Kırılmayı etkileyen değişkenleri karekoddan yararlanarak inceleyiniz.

DENEY

4.7. DENEY

Deneyin Adı	Işığın kırılması
Deneyin Amacı	Ortam değiştiren ışığın ilerleme doğrultusundaki sapma miktarını etkileyen değişkenlerin belirlenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Yarım daire kesiti • Yarım daire kesiti şeklinde cam kap • Optik daire • LASER • 1 bardak su

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



Şekil-I

Tablo 1

i açısı	30^{o}	45^{o}	60^{o}
r açısı			
$\frac{\sin i}{\sin r}$			

Tablo 2

i açısı	30^{o}	45^{o}	60^{o}
r açısı			
$\frac{\sin i}{\sin r}$			

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Optik daireyi masanın ortasına koyarak yarım daire kesitinin merkezini optik dairenin merkeziyle çakışacak biçimde Şekil-I'deki gibi yerleştiriniz.

2. Adım: Yarım daire kesitinin düz yüzeyine dik olan çap çizgisi ile $i = 30^{o}$ lik gelme açısı yapacak şekilde LASER ışığını yarım daire kesitinin düz yüzeyine düşürünüz.

3. Adım: Bu durumda yarım daire kesitine geçen ışığın çap çizgisi ile yaptığı açıyı yani kırılma açısı r'yi optik daireden yararlanarak ölçüp Tablo 1'e kaydediniz.

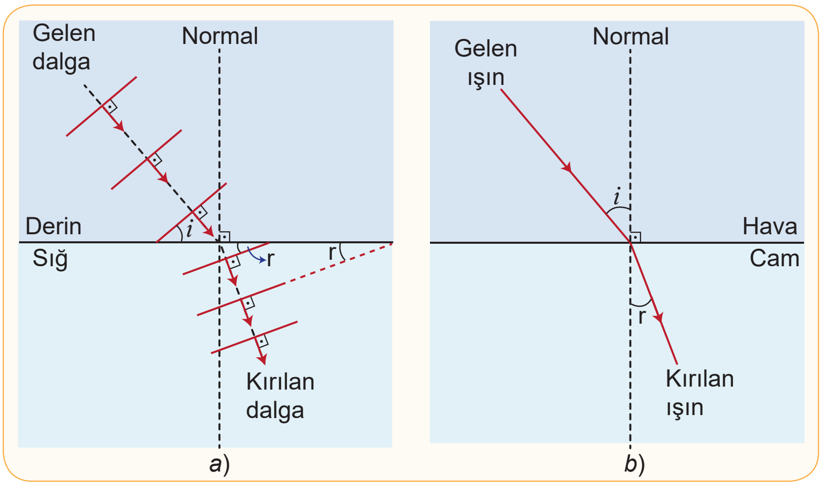
4. Adım: Aynı işlemleri i açısının 45^{o} ve 60^{o} değerleri için tekrarlayarak Tablo 1'i doldurunuz.

5. Adım: Yarım daire kesitini optik daire üzerinden kaldırınız. İçi su dolu yarım daire kesiti şeklindeki cam kabı aynı konumda koyup su ile doldurunuz ve aynı işlemleri sırası ile tekrarlayınız. Bulduğunuz sonuçları Tablo 2'ye kaydediniz.

Sonuç ve Değerlendirme

1. Yarım daire kesiti kullanılırken i açısı değiştirildiğinde r açısında nasıl bir değişiklik oldu?
2. 2 ve 3. adımdaki elde ettiğiniz değerleri Tablo 1'den incelediğinizde $\frac{\sin i}{\sin r}$ değerinde bir değişiklik oldu mu?
3. Yarım daire kesiti yerine içi su dolu yarım daire kesiti şeklindeki cam kap kullanıldığında $\frac{\sin i}{\sin r}$ değeri değişti mi?

Ortam değiştiren su dalgalarının hızının değişmesi gibi saydam bir ortamdan başka bir saydam ortama geçen ışığın hızında değişme olur. Ortam değiştiren su dalgalarının hızındaki değişim su dalgalarının hareket doğrultusunun değişmesine (Şekil 4.27: a) neden olduğu gibi ortam değiştiren ışığın hızındaki değişim de ışığın kırılması deneyinde görüldüğü gibi ışığın hareket doğrultusunun değişmesine neden olur (Şekil 4.27: b).

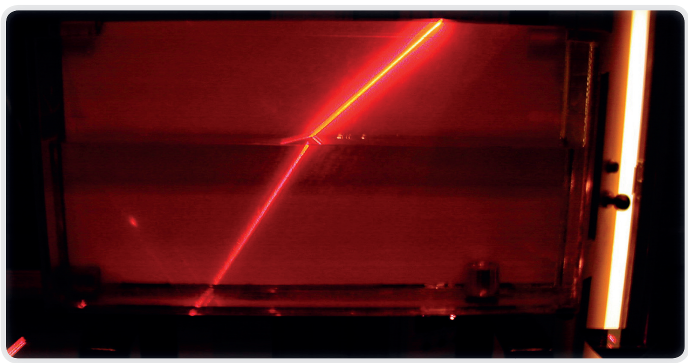


Şekil 4.27: *a) Doğrusal su dalgalarının derin ortamdan sığ ortama geçişi b) Işığın havadan cama geçişi*

Işığın bir saydam ortamdan başka bir saydam ortama geçerken hareket doğrultusunu değiştirmesine **kırılma** denir. Gelen ışın ile yüzey normali arasında kalan açıya (i) **gelme açısı,** kırılan ışın ile yüzey normali arasında kalan açıya (r) **kırılma açısı** denir.

Bir dalganın hızının büyüklüğü ilerlediği ortama bağlıdır. Işığın dalga yapısı düşünülerek ışık ışınları ilerleyen dalgalara benzetilebilir.

Hava ortamından suya gönderilen LASER ışığının suya girdiğinde doğrultusunu değiştirmesi Görsel 4.12'deki gibidir.



Görsel 4.12: *Havadan suya geçen kırmızı ışığın kırılması*

Işığın boşluktaki hızının ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s) herhangi bir saydam ortamdaki ortalama hızına (ϑ) oranına o **ortamın kırılma indisi** (kırıcılık indisi) denir. n sembolüyle gösterilir. Kırılma indisi, ışığın ortamdaki ortalama hızı ve boşluktaki hızıyla ilişkili bağıl bir değişkendir. Bu durum

$n = \frac{c}{\vartheta}$ olarak ifade edilir.

Tablo 4.4: *Bazı Saydam Maddelerin Kırılma İndisi*	
Madde	**Kırılma İndisi**
Cam	1,52
Elmas	2,419
Buz	1,309
Etil alkol	1,361
Su	1,333
Hava	1,000293

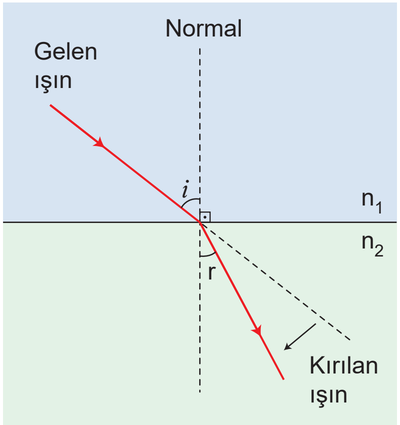
Işık, boşlukta ilerlerken hızı en büyük değerini alır. Işığın herhangi bir ortamdaki hızı boşluktaki hızından küçüktür. Bu nedenle boşluktan farklı herhangi bir saydam ortamın kırılma indisi 1'den büyük olur. Tablo 4.4'te bazı saydam ortamların kırılma indisi verilmiştir. Boşluğun kırılma indisi n = 1'dir. Ancak ışığın havadaki ilerleme hızı boşluktaki ilerleme hızına yakın olduğundan havanın kırılma indisi yaklaşık n = 1 olarak alınabilir.

Kırılma indisi küçük (n_1) olan ortamdan kırılma indisi büyük olan ortama (n_2) gönderilen ışın normale yaklaşarak kırılır (Şekil 4.28). Işığın gelme açısı i, kırılma açısı r ise

$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$$ olur.

Bu denklem, Hollandalı Astronom ve Matematikçi Willebrord Snellius Van Royen (Vılbort Snelis Van Royen) (1580-1626) anısına **Snell Yasası** olarak adlandırılır.

($n_2 > n_1$ kabul edilirse)

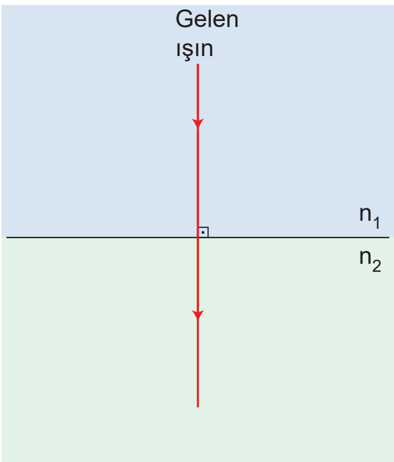


Şekil 4.28: *Normale yaklaşarak kırılan ışın*

Snell Yasası'na göre kırılma açısı, ışığın geldiği ortamın kırılma indisine, ışığın kırılarak geçtiği ortamın kırılma indisine ve ışığın gelme açısına bağlıdır.

Işığın ilerlediği ortamın indisi büyüdükçe ışığın ortamdaki hızının büyüklüğü azalır.

Yüzeye gönderilen ışının gelme açısı 0° ise (ışın yüzeye dik geliyorsa) ortam değiştiren ışının hızı değişir ancak ilerleme doğrultusunda bir değişiklik olmaz (Şekil 4.29).



Şekil 4.29: *Yüzeye dik gelen ışının geçişi*

Sıra Sizde - 20

Işığın kırılmasını su dalgalarında kırılma olayı ile ilişkilendirerek açıklayınız.

Çözüm

4.6.2. Işığın Tam Yansıma Olayının ve Sınır Açısının Analizi

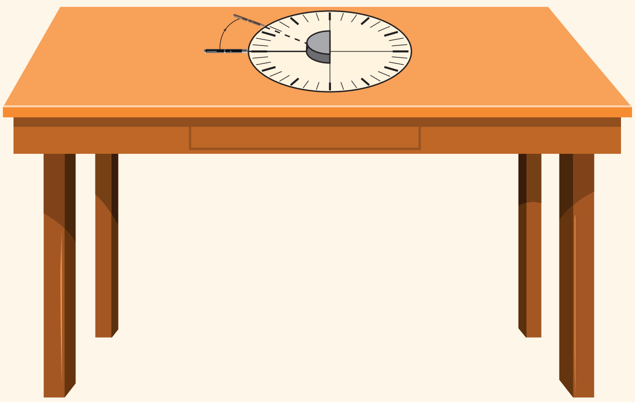
Kırılma indisi büyük olan bir ortamdan kırılma indisi küçük olan bir ortama gönderilen ışınların her durumda kırılma indisi küçük olan ortama geçebildiği söylenemez. Bu durumu etkileyen faktörlerin incelenebilmesi için "Sınır açısı" deneyini yapınız.

DENEY

4.8. DENEY

Deneyin Adı	Sınır açısı
Deneyin Amacı	Işığın kırılma indisi büyük olan bir ortamdan kırılma indisi küçük olan bir ortama geçişini etkileyen değişkenlerin incelenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• LASER • Yarım daire kesiti • Optik daire

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



Deneyin Yapılışı

1. Adım: Optik daireyi masanın ortasına koyarak yarım daire kesitinin merkezi optik dairenin merkezi ile çakışacak şekilde optik daire üzerine yerleştiriniz.

2. Adım: LASER'i şekildeki konumdan başlayarak optik daire etrafında yavaşça hareket ettiriniz.

3. Adım: Yarım daire kesitinin düz yüzeyinden ışık çıkışı kesildiği anda LASER ışığının düz yüzeyinin normali ile yaptığı açıyı optik daire yardımıyla tespit ediniz.

4. Adım: LASER'i optik daire etrafında hareket ettirmeye devam ediniz ve LASER ışığının izlediği yolu gözlemleyiniz.

Sonuç ve Değerlendirme

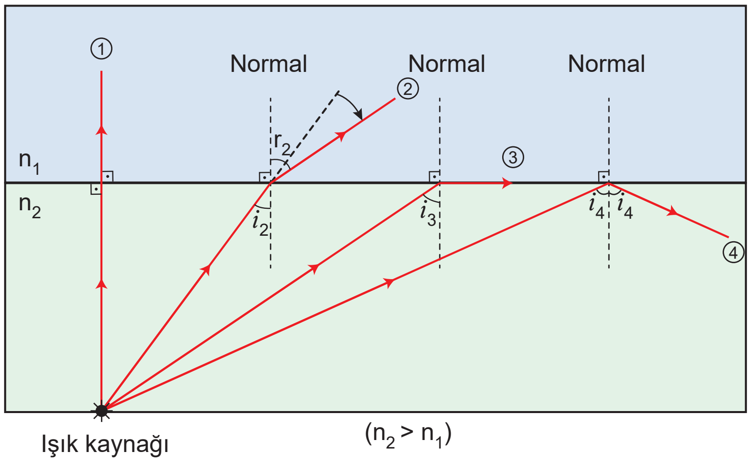
1. LASER ışığı başlangıç konumundan itibaren döndürüldüğünde yarım daire kesitinin düz yüzeyinden çıkan ışın normalden uzaklaştı mı? Açıklayınız.
2. LASER ışığı yüzeyin normali ile 3. adımda belirlediğiniz açıya geldiğinde ışın nasıl bir yol izledi? Açıklayınız.
3. LASER ışığı belirlediğiniz açıdan daha büyük bir açı ile geldiğinde ışın nasıl bir yol izledi? Gözlemlerinizi sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

Tablo 4.5: *Bazı Saydam Ortamlardan Havaya Geçişte Sınır Açıları*	
	Sınır Açısı
Sudan havaya geçişte	48,8°
Camdan havaya geçişte	41,2°
Elmastan havaya geçişte	24°

"Sınır açısı" deneyinde görüldüğü gibi kırılma indisi büyük olan ortamdan küçük olan ortama gönderilen ışının gelme açısı arttıkça kırılma açısı da artar. Gelme açısı belli bir açı değerine ulaştığında kırılma açısı 90° olur ve ışın, ortamları ayıran yüzey üzerinde hareket eder. Kırılma açısını 90° yapan gelme açısına **sınır açısı** denir. Bazı saydam ortamlardan havaya gönderilen ışınların sınır açıları Tablo 4.5'te verilmiştir.

Sayfa 226'daki Tablo 4.4 incelendiğinde indislerin büyüklükleri arasındaki matematiksel fark büyüdükçe sınır açısının küçüldüğü görülür.

Kırılma indisi büyük olan ortamdan küçük olan ortama farklı açılar ile gönderilen ışınların izlediği yollar Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30: *Kırılma indisi büyük olan ortamdan kırılma indisi küçük olan ortama gönderilen ışınların izlediği yollar*

Bu yollar incelenirse

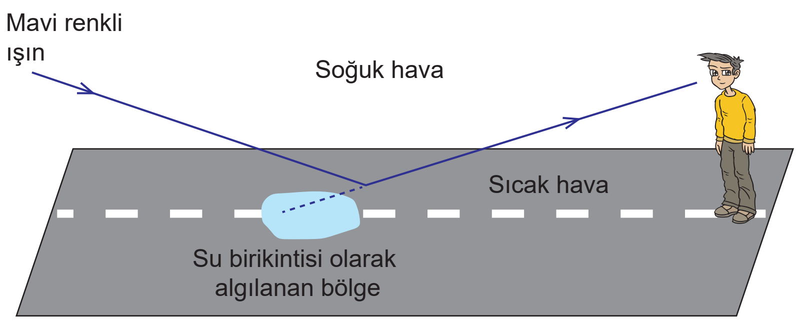
- 1 numaralı ışın ortamların ayırıcı yüzeyine dik geldiği için gelme açısı 0° dir. Yüzeye dik gelen ışınlar, doğrultularını değiştirmeden diğer ortama geçer.
- 2 numaralı ışının gelme açısı i_2, kırılma açısı r_2 dir. i_2 açısı sınır açısından küçük olduğu için ışın kırılma indisi küçük olan ortama normalden uzaklaşarak r_2 açısıyla kırılarak geçer.
- 3 numaralı gelen ışının kırılma açısı 90° olduğu için ışığın gelme açısı i_3 aynı zamanda ortamlar arasındaki sınır açısına eşit bir açıdır.
- 4 numaralı ışının gelme açısı i_4 tür. i_4 açısı sınır açısından büyük olduğu için ışın aynı açı ile yüzeyden yansıma yaparak geldiği ortama geri döner. Işının bu davranışı **tam yansıma** olarak adlandırılır.



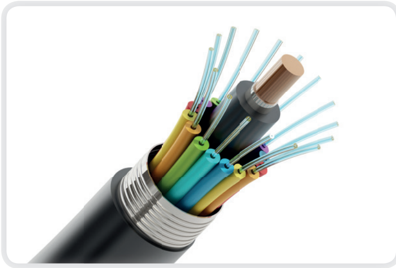
Görsel 4.13: *Güneş ışınlarıyla ısınan asfalt yüzeyinde görülen serap olayı*

Tam yansımanın etkisi ile oluşan olaylardan biri de serap olayıdır. Yazın güneşli bir günde asfalt bir yol üzerinde ileri bakıldığında görülen ama aslında orada olmayan su birikintisi görüntüsü serap olayıdır (Görsel 4.13).

Serap olayında asfaltın üzerindeki havanın sıcaklığı arttığı için hava genleşerek seyrekleşir. Bu şekilde asfalt üzerindeki havanın kırılma indisi daha yukarıdaki havanın kırılma indisinden küçük olur. Gökyüzünün alt kısımlarından gelen ışık ışınları asfalta yakın bölgede tam yansıma yaparak göze ulaşır (Şekil 4.31).



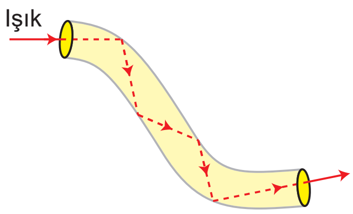
Şekil 4.31: *Güneş ışınlarıyla ısınan asfalt yüzeyindeki havadan tam yansıma yapan ışının göze ulaşması*



Görsel 4.14: *Fiber optik kablo*

Tam yansıma yaparak göze ulaşan ışık, görme sistemi tarafından ışığın geldiği doğrultunun uzantısından ve yolun üzerinden geliyor gibi algılanır. Gökyüzü mavi olduğundan yol üzerinde görülen mavilik su birikintisi sanılır. Asfalt üzerinde serap görülen noktaya doğru yaklaştıkça kırılan ışınlar göze ulaşamaz ve serap kaybolur.

Işığın tam yansıması, teknolojide de kullanılan bir özelliktir. Işığın bir yerden başka bir yere iletilmesi için fiber optik kablolar kullanılır (Görsel 4.14).



Şekil 4.32: *Fiber optik kabloda ışığın ilerlemesi*

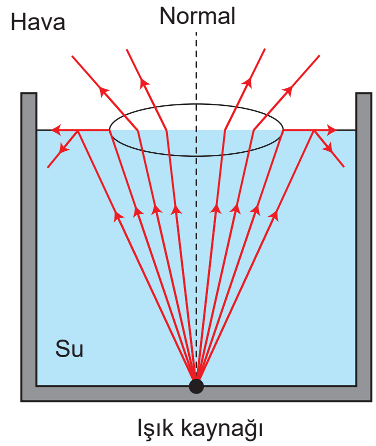
Fiber optik kablolar cam veya saydam plastik maddelerden yapılır. Bir uçtan giren ışık art arda tam yansımalar yaparak diğer uçtan çıkar (Şekil 4.32). Fiber optik kablolar tıpta, endüstride ve iletişimde geniş kullanıma sahiptir. Telefon tellerinin ve televizyon sinyal kablolarının yerini alan fiber optik kablolar diğer kablo çeşitlerine göre veri kaybının az olmasını ve verilerin çok hızlı iletilmesini mümkün kılmıştır.

Tıpta fiber optik cihazlar, ulaşılamayan bir bölgedeki organları görüntülemek için kullanılır. Endoskopi cihazlarında ve laparoskopik ameliyatlarda görüntüleme amacıyla fiber optik kablolardan yararlanılır.

Işığın tam yansıması olayı havuz aydınlatmalarında da kullanılır. Havuz tabanına yerleştirilen ışık kaynaklarından yayılan ışınlar, su yüzeyinde aydınlık bir alan oluşturur (Görsel 4.15).



Görsel 4.15: *Havuz ışıklandırması*

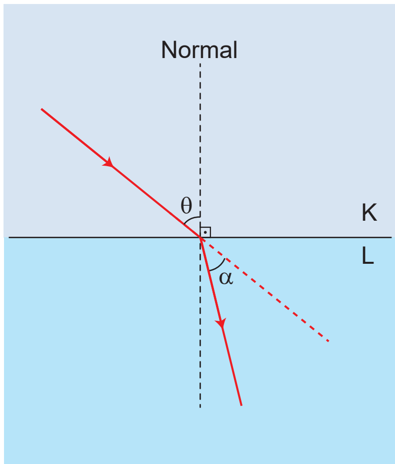


Şekil 4.33: *Havuz tabanındaki ışık kaynağından su yüzeyine gelen ışınların geçişi*

Işık kaynağından çıkan ışınlardan normale yakın doğrultuda gelenler hava ortamına çıkabilmektedir (Şekil 4.33). Normal ile yapılan açı büyüdükçe kırılma açısı da büyür. Böylece sınır açısı değeri ile gelen ışınlar yüzeyden ilerlerken sınır açısından daha büyük açı ile yüzeye gelen ışınlar tam yansıma yaparak suya geri döner. Bu şekilde hava ortamından su yüzeyine bakıldığında belirli bir alanın aydınlanmış olduğu görülür.

Örnek

K ortamından L ortamına gönderilen I ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.



Gelen ışının doğrultusu ile kırılan ışın arasında kalan açı α olduğuna göre

I. K ortamının kırılma indisinin artırılması

II. L ortamının kırılma indisinin artırılması

III. θ açısının artırılması

hangilerinin tek başına yapılması α açısının artmasına neden olur?

Çözüm

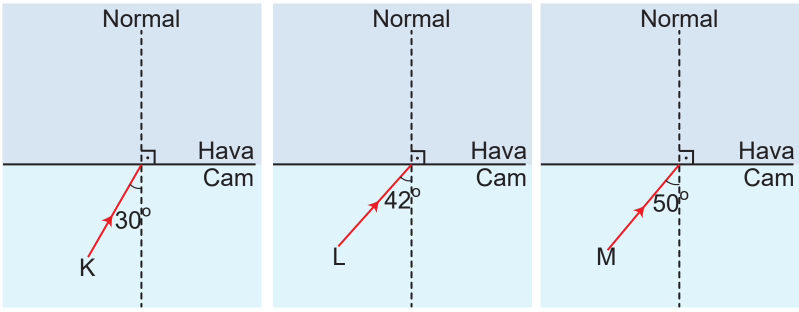
I ışını L ortamına geçerken normale yaklaştığına göre L ortamının kırılma indisi K'nın kırılma indisinden büyüktür. K ortamının kırılma indisi artırıldığında ışığın ilk doğrultusundan sapma miktarı azalır. Bu durumda α açısı azalacağından I. öncül yanlıştır.

L ortamının kırılma indisi artırıldığında kırılan ışın normale daha çok yaklaşacağından sapma miktarı artar. Bu durumda α açısı artacağından II. öncül doğrudur.

θ açısı artırıldığında Snell Yasası'na göre α açısı da artar. III. öncül doğrudur.

Sıra Sizde - 21

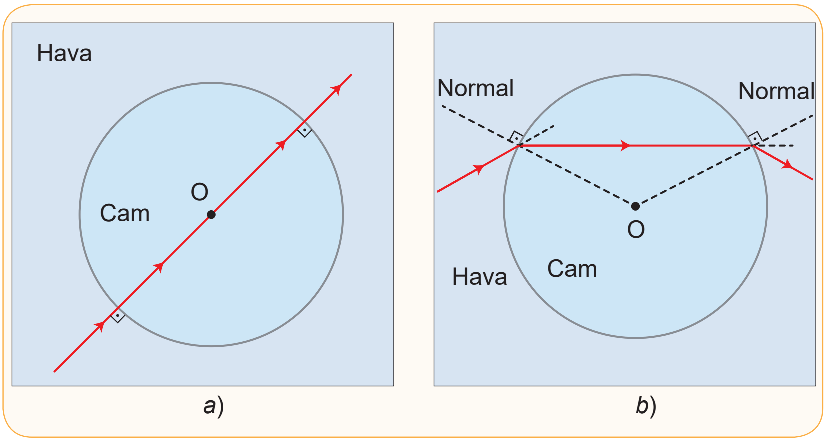
Cam ortamından hava ortamına gönderilen aynı renkli K, L ve M ışınları şekildeki gibidir.



Camdan havaya geçişte sınır açısı 42° olduğuna göre ışınların izlediği yolu şekil üzerinde çiziniz.

Işığın Küresel Yüzeylerden Geçişi

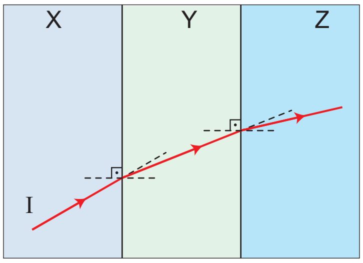
Hava ortamından ve uzantısı küresel yüzeyin merkezinden geçecek şekilde gönderilen ışın küresel yüzeye dik gelir (Şekil 4.34: a). Yüzeye dik gelen ışın doğrultu değiştirmeden yüzeyi geçerek merkeze ulaşır. Merkezden geçerek küresel yüzeye gelen ışın da doğrultusunu değiştirmeden yoluna devam eder.



Şekil 4.34: *a) Hava ortamından küresel cam yüzeyin merkezine gönderilen ışının izlediği yol b) Hava ortamından küresel cam yüzeye gönderilen ışının izlediği yol*

Hava ortamından küresel cam yüzeye Şekil 4.34: b'deki gibi gönderilen ışının cam yüzeyine değdiği noktaya merkezden çizilen doğru yüzeyin normalidir. Işın havadan cama geçerken normale yaklaşarak kırılır ve diğer yüzeye ulaşır. Camdan havaya çıkan ışın normalden uzaklaşarak kırılır.

Örnek



X ortamından gönderilen bir I ışınının Y ve Z ortamlarına geçişi şekildeki gibidir.

Ortamların kırılma indisleri n_X, n_Y ve n_Z olduğuna göre n_X, n_Y ve n_Z arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

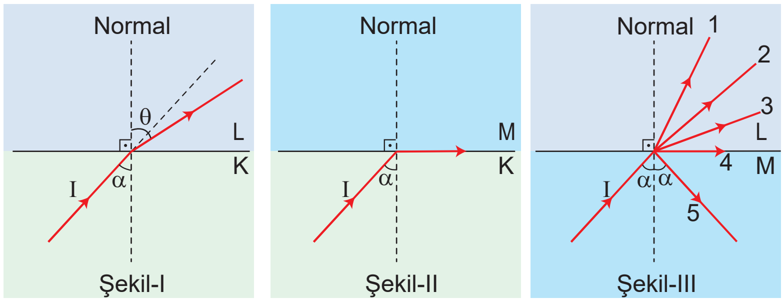
Çözüm

X ortamından gönderilen ışın Y ortamına geçerken normale yaklaşarak kırıldığına göre $n_Y > n_X$ tir. Benzer şekilde Y ortamından gelen ışın Z ortamına normale yaklaşarak kırıldığı için $n_Z > n_Y$ dir.

Bu durumda $n_Z > n_Y > n_X$ bulunur.

Örnek

K ortamından L ve M ortamlarına gönderilen I ışınlarının izlediği yollar Şekil-I ve II'deki gibidir.



Buna göre M ortamından L ortamına Şekil-III'teki gibi gönderilen I ışını hangi yolu izler?

Çözüm

K ortamından L ortamına gönderilen ışın normalden uzaklaşarak L ortamına geçtiği için $n_K > n_L$ ve gelme α açısı sınır açısından küçük olmalıdır.

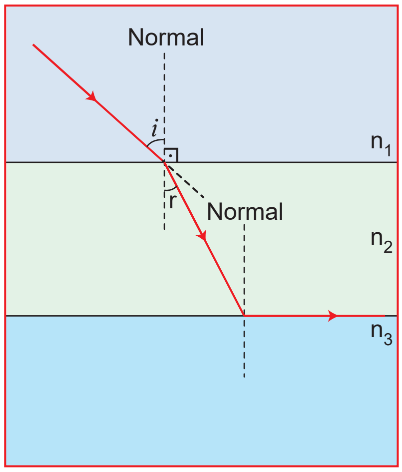
K ortamından M ortamına gönderilen ışığın 90^o kırılması için $n_K > n_M$ ve α sınır açısına eşit olmalıdır.

İndisler arası fark büyüdükçe sınır açısı küçüldüğüne göre $n_L > n_M$ olur.

Bu durumda Şekil-III'te, kırılma indisi büyük olan ortamdan kırılma indisi küçük olan ortama ışın gönderildiği için ışın yüzeyin normaline yaklaşarak kırılır. Doğru cevap 1 numaralı yol olur.

Sıra Sizde - 22

n_1, n_2 ve n_3 ortamlarının ayırıcı yüzeyleri birbirine paraleldir. n_1 ortamından gönderilen ışının izlediği yol şekildeki gibidir.



Buna göre

I. i açısı azaltılmalı.

II. n_2 kırılma indisi azaltılmalı.

III. n_3 kırılma indisi artırılmalı.

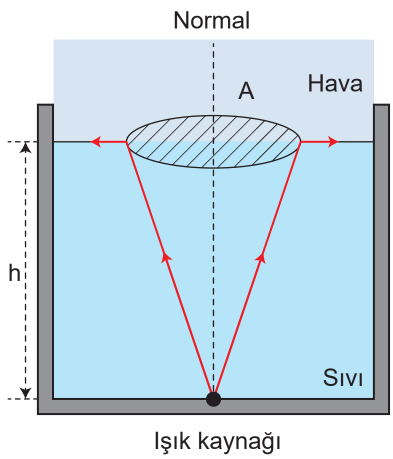
ifadelerinden hangileri tek başına yapılırsa ışın n_3 ortamına geçebilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm

Sıra Sizde - 23

h yüksekliğinde sıvı bulunan kap tabanına bırakılan bir ışık kaynağından çıkan ışınlar şekildeki gibi sıvı yüzeyinde alanı A olan ışıklı bir bölge oluşturuyor.



Buna göre

I. Sıvının kırılma indisi artırılmalı.

II. Sıvının kırılma indisi azaltılmalı.

III. h yüksekliği artırılmalı.

ifadelerinden hangileri yapılırsa ışıklı bölgenin alanı artar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

Çözüm

4.6.3. Farklı Ortamda Bulunan Bir Cismin Görünür Uzaklığını Etkileyen Sebepler

İçi su dolu bir kuyuya veya havuza bakıldığında kuyunun veya havuzun derinliği olduğundan daha az algılanır. Böyle algılanmasının sebebi ışığın kırılmasıdır.

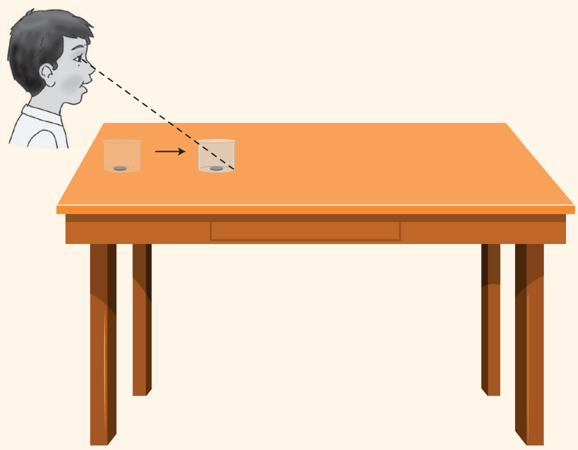
Bir cismin bulunduğu ortamın kırılma indisi ile gözün bulunduğu ortamın kırılma indisi birbirinden farklı ise cisim olduğundan daha yakın veya daha uzak görülebilir. Ortam değiştiren ışık kırılıp göze geldiğinde göz, cismi gelen ışınların doğrultusunda algılar. Bu durumun incelenmesi için "Cisimlerin görünür uzaklığı" deneyini yapınız.

DENEY

4.9. DENEY

Deneyin Adı	Cisimlerin görünür uzaklığı
Deneyin Amacı	Cisimden çıkıp kırılarak göze ulaşan ışınların izlediği yolun incelenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Porselen bardak • Metal para • Kalem • Cetvel • A4 kâğıdı • Bir miktar su

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



Deneyin Yapılışı

1. Adım: Porselen bardağın boyunu ve çapını ölçerek A4 kâğıdı üzerine aynı boyutlardaki kesitini çiziniz.

2. Adım: Porselen bardağı masanın üzerine yerleştiriniz ve metal parayı bardağın içerisine bırakınız.

3. Adım: Bardağı metal para görülmeyecek konuma gelinceye kadar şekildeki gibi ok yönünde itiniz.

4. Adım: Metal parayı görünceye kadar bir arkadaşınız bardağa yavaş yavaş su eklesin.

5. Adım: Arkadaşınız sizin bardağa baktığınız konumu, gözünüzden bardağa doğru bir çizgi şeklinde A4 kâğıdı üzerine çizsin.

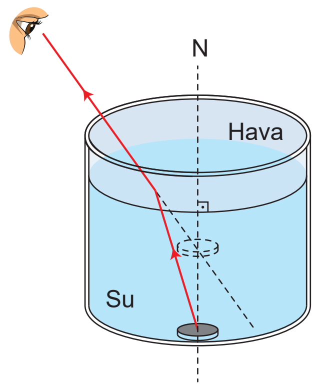
6. Adım: Bardağın tabanındaki metal paranın konumunu kâğıt üzerinde gösterip sizin baktığınız konum ile çakışıp çakışmadığını kontrol ediniz.

Sonuç ve Değerlendirme

1. Çizilen doğru ile metal paranın konumu çakışmadığı hâlde metal parayı nasıl gördünüz?
2. Metal paradan yansıyarak gelen ışınlar gözünüze nasıl ulaşmıştır? Kâğıda çizerek arkadaşlarınızla tartışınız.

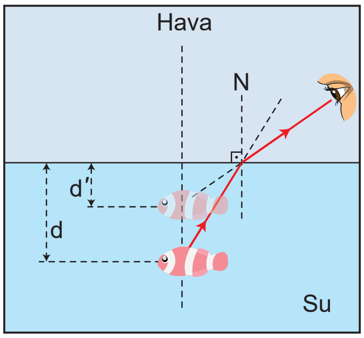
“Cisimlerin görünür uzaklığı” deneyinden anlaşılacağı üzere göz ve cisim aynı ortamda iken cisim görülmezken cismin bulunduğu ortam değiştirilerek cisim görünür hale getirilebilir.

Metal paradan yansıyarak su yüzeyine gelen ışınlar, yüzeyin normalinden uzaklaşarak havaya geçer. Hava ortamından göze gelen ışınların doğrultusu üzerinde metal para görülür (Şekil 4.35).



Şekil 4.35: *Su içerisindeki metal paranın görülmesi*

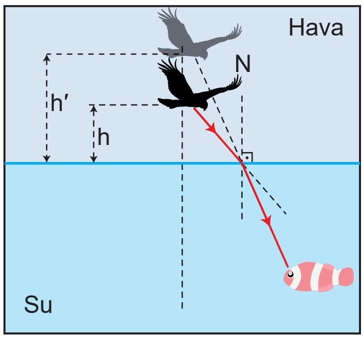
Kırılma indisi küçük olan saydam bir ortamdan büyük olan düz yüzeyli saydam bir ortamdaki cisme normale yakın bir doğrultudan bakıldığında cisim bulunduğu yerden daha yakında görülür. Örneğin akvaryumdaki balıklara üstten bakıldığında akvaryum tabanı ve suda yüzen balıklar bulundukları yerden daha yakın görülür (Şekil 4.36).



Şekil 4.36: *Akvaryumdaki balıkların görünür uzaklığı*

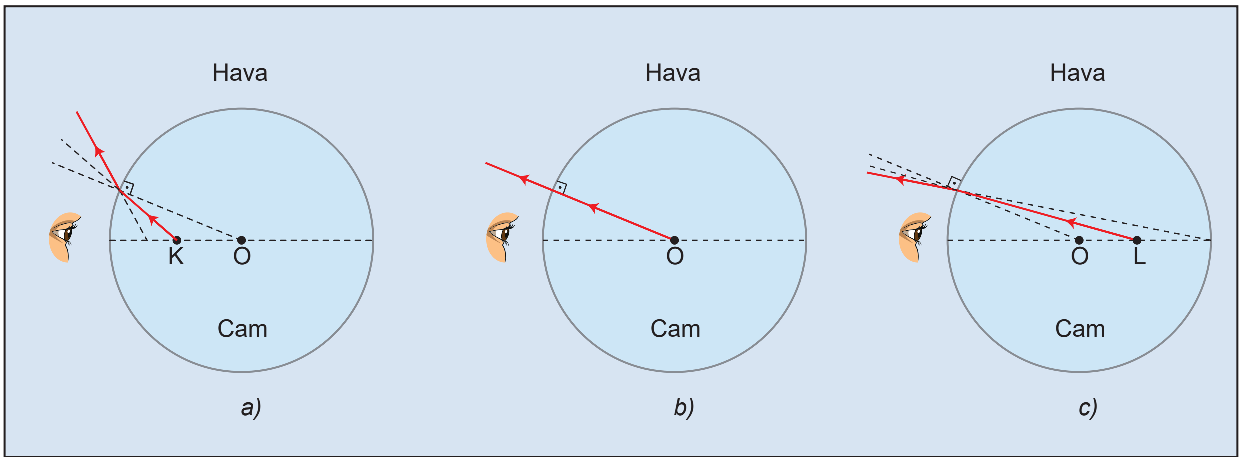
Kırılma indisi büyük olan saydam bir ortamdan küçük olan düzlem yüzeye sahip saydam bir ortamdaki cisme normale yakın doğrultudan bakıldığında, cisim bulunduğu yerden daha uzak görülür. Örneğin sudaki balıklar, su yüzeyine yakın bir konumda uçan martıları daha yüksekte görür (Şekil 4.37).

Martıdan yansıyarak gelen ışınlar suya girerken normale yaklaşarak kırılır. Bu nedenle balık martıyı daha uzakta görür.



Şekil 4.37: *Balığın martıyı olduğundan daha uzakta görmesi*

Hava ortamındaki cam kürenin merkezinin önündeki K noktasından çıkan ışınlar hava ortamına geçerken normalden uzaklaşarak çıkar (Şekil 4.38: a). Kırılan ışının uzantısı yatay ekseni cismin bulunduğu konumdan daha yakında kestiği için cisim daha yakında görülür. Cam kürenin merkezine konulan cisimlerden çıkan ışınlar yüzeye dik geldiğinden doğrultu değiştirmez. Bu nedenle yine merkezde görülür (Şekil 4.38: b). Cam kürenin merkezinin arkasına konulan cisimlerden çıkan ışınlar yüzeyi terk ederken normalden uzaklaşır (Şekil 4.38: c). Bu durumda kırılan ışınların uzantısı yatay ekseni cismin arkasında bir noktada keser. Bu da cismin bulunduğu yerden daha uzakta görülmesine neden olur.

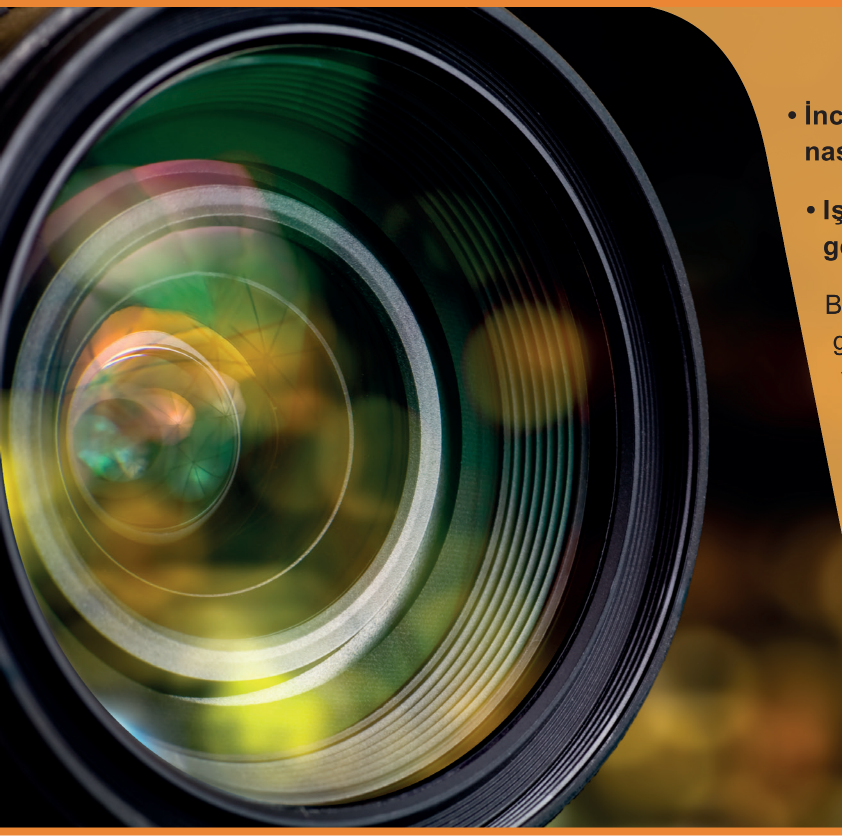


Şekil 4.38: *Küresel bir cam yüzeyde görünür uzaklık*

7. BÖLÜM

MERCEKLER

Konular



- **İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktaları nasıl belirlenir?**
- **Işığın ince ya da kalın kenarlı merceklerden geçişi hangi ışık olayıyla ilişkilendirilir?**

Bu bölümde cam şişelerin ve cam kırıklarının mercek gibi davranarak orman yangınlarına sebep olduğu vurgulanıp çevre temizliğinin ve doğal hayatı korumanın önemi ifade edilecektir.

Merceklerdeki özel ışınlar üzerinde durulacaktır.

Merceklerin oluşturduğu görüntü özellikleri incelenip merceklerin nerede ve ne tür amaçlar için kullanıldığına dair örnekler verilecektir.

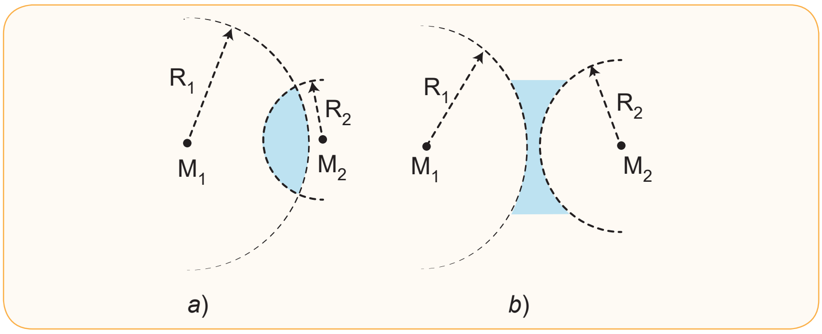
4.7.1. Merceklerin Özellikleri ve Mercek Çeşitleri

Mikroskoptan gözlüğe, kameradan teleskoba kadar pek çok optik sistemde kullanılan mercekler, genellikle camdan ya da saydam plastikten yapılan optik araçlardır.

Işığın kırılması sonucunda ışık ışınlarını bir noktada toplayabilen ya da bir noktadan saçılıyormuş gibi dağıtan en az bir yüzü küresel iki yüzey arasında kalan saydam ortamlara **mercek** denir.

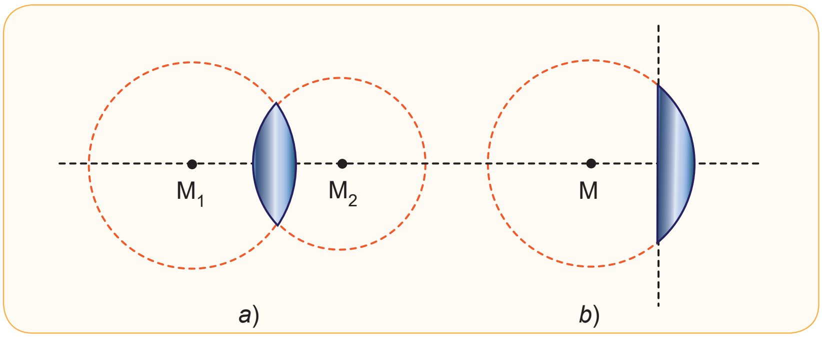
Saydam ortamın mercek olabilmesi için

- Yüzeylerinden en az biri küresel olmalıdır.
- İki küresel yüzeyi bulunan saydam yüzeylerin mercek oluşturabilmesi için eğrilik merkezlerinin çakışık olmaması gerekir (Şekil 4.39: a, b).

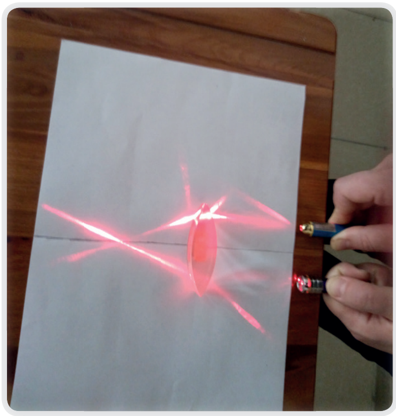


Şekil 4.39: *a, b) Mercek oluşturan yüzeyler*

Mercekler, yüzeylerinin şekline göre ince ve kalın kenarlı olmak üzere ikiye ayrılır. Saydam iki küresel yüzeyin ya da bir düzlem ile küresel bir yüzeyin kesişmesi sonucunda oluşan uç kısımları orta kısmına göre daha ince olan merceklere **ince kenarlı mercek** denir (Şekil 4.40).

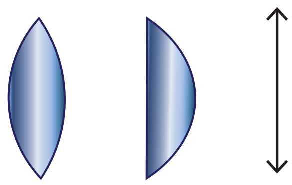


Şekil 4.40: *İnce kenarlı mercek örnekleri*



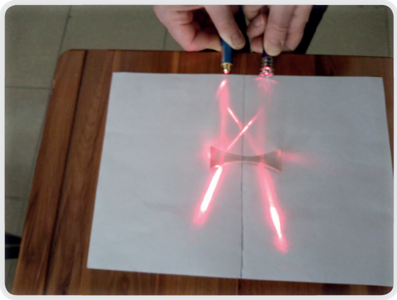
Görsel 4.16: *İnce kenarlı mercek*

İnce kenarlı mercekler (Görsel 4.16) üzerine gelen bütün ışınları her iki yüzeyden kırarak merceğin orta noktasından geçen eksene yaklaştıracak şekilde yönlendirir. Bu nedenle ince kenarlı merceklere **yakınsak mercek** de denir. Şekil 4.41'deki gibi gösterilir.

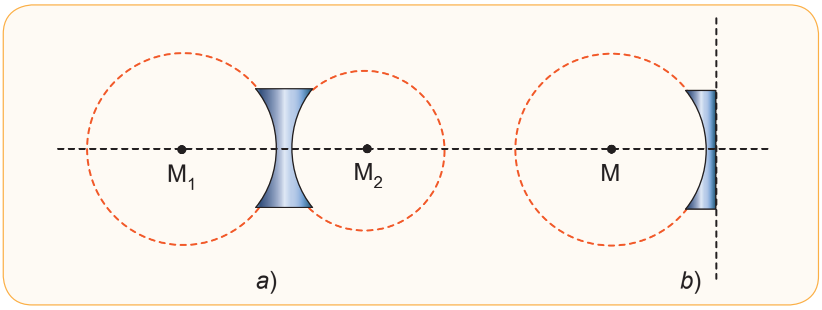


Şekil 4.41: *İnce kenarlı merceğin gösterimi*

Kesişmeyen küresel yüzeyler arasında kalan ortamın saydam madde ile doldurulmasıyla oluşan uç kısımları orta kısmına göre daha kalın olan merceklere **kalın kenarlı mercek** denir (Şekil 4.42).

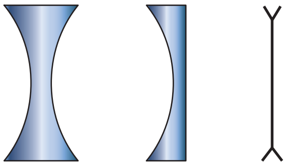


Görsel 4.17: *Kalın kenarlı mercek*



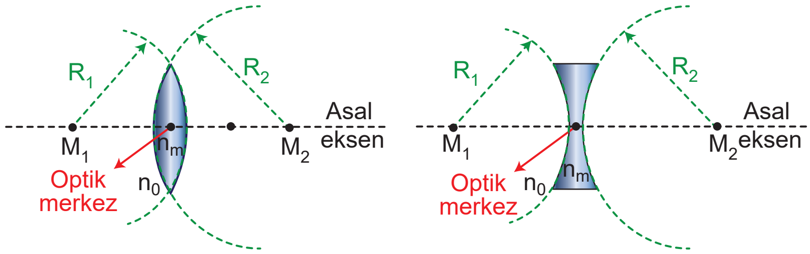
Şekil 4.42: *Kalın kenarlı mercek örnekleri*

Kalın kenarlı mercekler (Görsel 4.17) üzerine gelen ışığı her iki yüzeyden kırarak merceğe dik ve merceğin orta noktasından geçen eksenden uzaklaştıracak şekilde yönlendirir. Bu nedenle kalın kenarlı merceklere **ıraksak mercek** de denir. Şekil 4.43'teki gibi gösterilir.



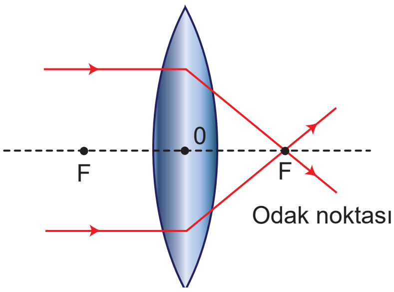
Şekil 4.43: *Kalın kenarlı merceğin gösterimi*

Eğrilik yarıçapları R_1 ve R_2 olan küresel yüzeylerin geometrik merkezlerine merceklerin **eğrilik merkezleri** denir. Şekil 4.44'deki M_1 ve M_2 ile gösterilen noktalar küresel yüzeylerin merkezleridir. M_1 ve M_2 merkezlerinin birleştirilmesiyle elde edilen doğruya merceğin **asal ekseni** denir.



Şekil 4.44: *Merceklerin eğrilik yarıçapları ve odak noktaları*

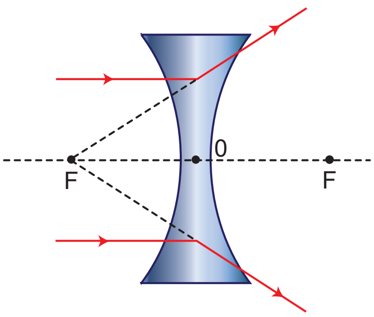
Merceğin tam orta noktasında ve asal ekseni üzerindeki noktaya **optik merkez** denir. Optik merkez O ile gösterilir.



Şekil 4.45: *İnce kenarlı merceğin odak noktası*

Tek renkli ışık ışınları, kırılma indisi bulunduğu ortamın kırılma indisinden büyük ince kenarlı merceğin asal eksenine paralel geldiğinde (Şekil 4.45), merceği geçtikten sonra asal eksen üzerindeki bir noktada toplanır. Bu noktaya **ince kenarlı merceğin odak noktası** (F) denir. Odak noktasının optik merkeze uzaklığına **merceğin odak uzaklığı** (f) denir. Bir merceğin her iki tarafında birer tane olmak üzere iki tane odağı bulunur.

Kırılma indisi bulunduğu ortamın kırılma indisinden büyük kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel gelen ışınlar (Şekil 4.46), merceği geçtikten sonra asal eksen üzerindeki bir noktadan geliyormuş gibi kırılır. Bu noktaya **kalın kenarlı merceğin odak noktası** (F) denir.



Şekil 4.46: *Kalın kenarlı merceğin odak noktası*

Bir merceğin odak uzaklığı:

- Merceğin yapıldığı maddenin kırılma indisine
- Ortamın kırıcılık indisine
- Mercek yüzeylerinin eğrilik yarıçapına
- Işığın rengine bağlıdır.

Diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla merceğin yapıldığı maddenin kırılma indisi arttıkça odak uzaklığı küçülür. Ortamın kırılma indisi ve mercek yüzeylerinin eğrilik yarıçapı arttıkça odak uzaklığı büyür.

Çevrede görülen birçok cisim, mercek gibi davranabilmektedir. Örneğin cisimlerin üzerinde bulunan su damlacıkları (Görsel 4.18: a), şişelerin ve cam bardakların tabanları (Görsel 4.18: b) ile yan bölümleri, içerisinde sıvı bulunan cam ya da pet şişe (Görsel 4.18: c) gibi birçok cisim mercek görevi görür.



a) b) c)

Görsel 4.18: *a) Su damlaları b) Cam bardak tabanı c) Pet şişe*

Çevreye atılan atıklar, çevre kirliliğine ve doğadaki dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu sebeple çevrenin temiz tutulması ve korunması doğal hayatın korunması açısından önemlidir. Dünyada ve Türkiye'de yaz aylarında çıkan yangınların önemli bir bölümü ormanlara atılan cam şişe ve kırıklarının mercek gibi davranıp güneşten gelen ışınları toplaması sonucunda kuru otların alev almasıyla oluşur (Görsel 4.19). Çıkan yangınlar yaban hayatını olumsuz etkilemektedir.



Görsel 4.19: *Orman yangını*

Sıra Sizde - 24

Hava ortamında bulunan merceklerin özellikleriyle ilgili

I. İnce kenarlı mercekler ışığı toplar.

II. Kalın kenarlı mercekler ışığı dağıtır.

III. Merceklerin her iki tarafında da odağı bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

4.7.2. Merceklerin Oluşturduğu Görüntünün Özellikleri

Bir merceğe gelen ışınlar kırılma kanunlarına göre kırılarak mercekten geçer. Merceklere gönderilen bazı ışınlar özel ışın olarak adlandırılır. Bu ışınlar bir merceğin önüne yerleştirilen cisimlerin görüntüsünün daha kolay çizilebilmesi için kullanılan ışınlardır.

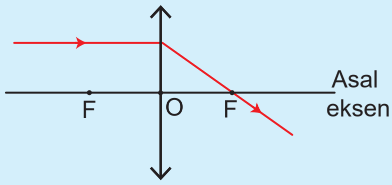
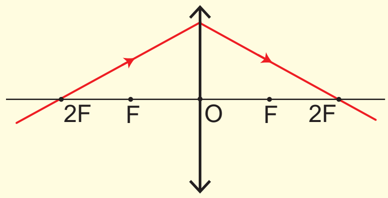
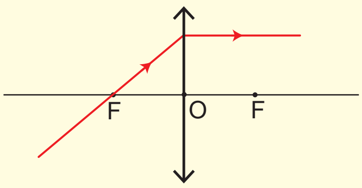
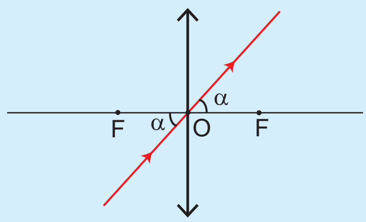
Simülasyon

İnce kenarlı mercek ve özelliklerini karakoddan yararlanarak inceleyiniz.

İnce Kenarlı Mercekte Özel Işınlar

İnce kenarlı mercekte asal eksene paralel, merceğin 2F noktasından ve odak noktasından gelen ışınlar ile optik merkeze gelen ışın özel ışın olarak tanımlanır. Bu ışınların ince kenarlı mercekten geçişi Tablo 4.6'daki gibidir.

Tablo 4.6: *İnce Kenarlı Mercekte Özel Işınlar*

Merceğin asal eksenine paralel gönderilen ışın, merceğin diğer tarafındaki odak noktasından geçecek şekilde kırılır. 	2F noktasından gönderilen ışın, merceğin diğer tarafındaki 2F noktasından geçecek şekilde kırılır. 
Merceğin odak noktasından gönderilen ışın asal eksene paralel olarak kırılır. 	Merceğin optik merkezine gönderilen ışın, kırılmadan geçer. 

İnce Kenarlı Merceklerde Görüntü ve Özellikleri

İnce kenarlı mercekte oluşan görüntü ve görüntünün özelliklerinin incelenmesi için "İnce kenarlı mercekte görüntü oluşumu" etkinliğini yapınız.

ETKİNLİK

4.3. ETKİNLİK

Etkinliğin Adı	İnce kenarlı mercekte görüntü oluşumu
Etkinliğin Amacı	İnce kenarlı merceklerin oluşturduğu görüntü özelliklerinin incelenmesinin sağlanması
Kullanılan Malzemeler	Etkileşimli tahta ya da tablet

Etkinliğin Hazırlanışı

Karekodu kullanarak videoyu açınız.

Etkinliğin Yapılışı

1. **Adım:** Cisim, merceğe 2F noktasından daha uzaktayken oluşan görüntünün yerini ve özelliklerini inceleyiniz.
2. **Adım:** Cisim, merceğin 2F noktasındayken oluşan görüntünün yerini ve özelliklerini inceleyiniz.
3. **Adım:** Cisim, F ile 2F noktaları arasındayken oluşan görüntünün yerini ve özelliklerini inceleyiniz.
4. **Adım:** Cisim, odak noktasındayken oluşan görüntünün yerini ve özelliklerini inceleyiniz.
5. **Adım:** Cisim, F ile O arasındayken oluşan görüntünün yerini ve özelliklerini inceleyiniz.

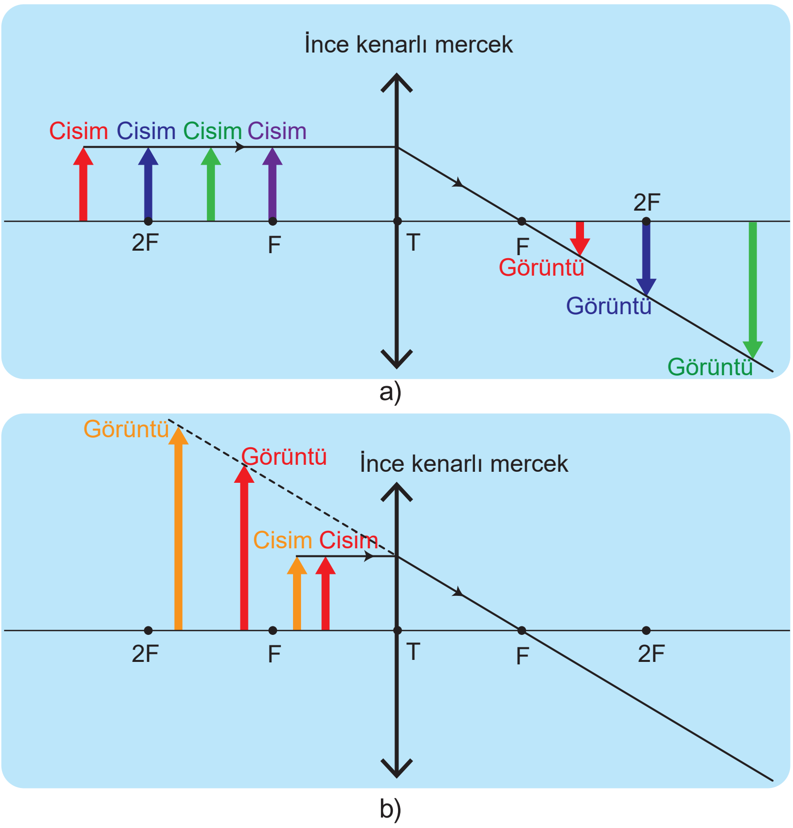
Etkinliğin Sonuçlandırılması

Cisim ince kenarlı merceğe yaklaştıkça görüntünün yeri ve özellikleri nasıl değişmektedir?

"İnce kenarlı mercekte görüntü oluşumu" etkinliğinde görüldüğü gibi ince kenarlı merceğin önüne yerleştirilen bir cismin görüntüsünün yeri ve özellikleri cismin merceğe olan uzaklığına bağlı olarak değişmektedir.

İnce kenarlı merceğin önüne bırakılan cisimlerin görüntü özelliklerinin incelenmesi

- Cisim, merceğe 2F noktasından daha uzaktayken cismin görüntüsü, merceğin diğer tarafında F ile 2F arasında ters, gerçek ve cisimden daha küçük oluşur.
- Cisim, merceğin 2F noktasındayken görüntüsü, diğer taraftaki 2F noktasında ters, gerçek ve cisimle aynı boyda oluşur.
- Cisim, F ile 2F noktaları arasındayken görüntüsü, merceğin diğer tarafındaki 2F'den daha uzakta ters, gerçek ve cismin boyundan daha büyük oluşur.
- Cisim, odak noktasındayken görüntüsü sonsuzdadır.
- Cisim, F ile optik merkez arasındayken görüntüsü cismin arkasında düz, sanal ve cismin boyundan daha büyük oluşur. İnce kenarlı merceklerin bu özelliğinden faydalanılarak büyüteçler yapılmıştır.



Şekil 4.47: *a) İnce kenarlı merceklerin oluşturduğu gerçek görüntünün özellikleri b) İnce kenarlı merceklerin oluşturduğu sanal görüntünün özellikleri*

Cisim sonsuzdan odak noktasına kadar merceğe yaklaştıkça oluşan gerçek ve ters görüntü mercekten uzaklaşmakta ve görüntünün boyu büyümektedir (Şekil 4.47: a). Cisim, odak noktasından optik merkeze yaklaştıkça oluşan sanal görüntü de merceğe yaklaşır ve görüntünün boyu küçülür. Sanal görüntünün boyu daima cisimden büyüktür (Şekil 4.47: b).

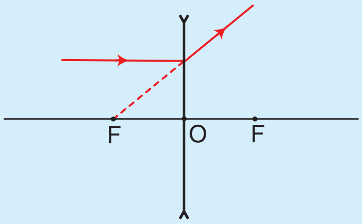
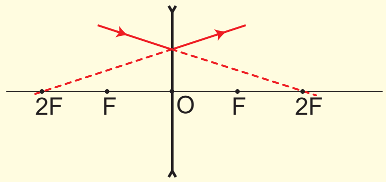
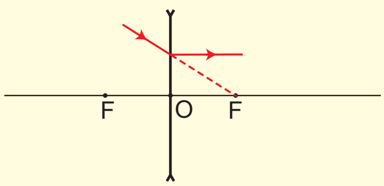
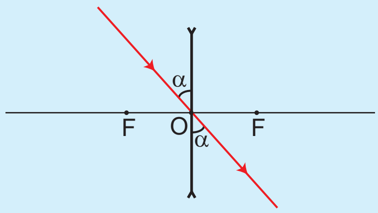
Araştırınız

Günlük hayatta ince kenarlı merceklerin nerelerde ve ne tür amaçlarla kullanıldığını araştırınız. Araştırma sonucunu arkadaşlarınızla paylaşınız.

Kalın Kenarlı Mercekte Özel Işınlar

Kalın kenarlı mercekte asal eksene paralel, uzantısı merceğin 2F noktasından ve odak noktasından geçecek şekilde gelen ışınlar ile optik merkeze gelen ışın, özel ışın olarak tanımlanır. Bu ışınların kalın kenarlı mercekten geçişi Tablo 4.7'deki gibidir.

Tablo 4.7: *Kalın Kenarlı Mercekte Özel Işınlar*

Merceğin asal eksenine paralel gönderilen ışın, uzantısı odak noktasından geçecek şekilde kırılır. 	Uzantısı merceğin 2F noktasından geçecek şekilde gönderilen ışın, uzantısı geldiği taraftaki 2F noktasından geçecek şekilde kırılır. 
Uzantısı merceğin odak noktasından geçecek şekilde gönderilen ışın, asal eksene paralel olarak kırılır. 	Merceğin optik merkezine gönderilen ışın, kırılmadan geçer. 

Kalın Kenarlı Merceklerde Görüntü ve Özellikleri

Kalın kenarlı mercekte oluşan görüntü ve görüntünün özelliklerinin incelenmesi için "Kalın kenarlı mercekte görüntü oluşumu" etkinliğini yapınız.

ETKİNLİK

4.4. ETKİNLİK

Etkinliğin Adı	Kalın kenarlı mercekte görüntü oluşumu
Etkinliğin Amacı	Kalın kenarlı merceklerin oluşturduğu görüntü özelliklerinin incelenmesinin sağlanması
Kullanılan Malzemeler	• Etkileşimli tahta ya da tablet

Etkinliğin Hazırlanışı

Karekoddan yararlanarak videoyu açınız.

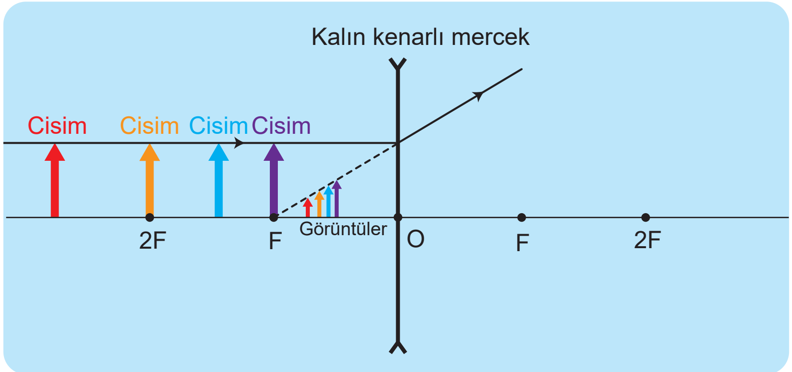
Etkinliğin Yapılışı

1. **Adım:** Cisim, merceğe 2F noktasından daha uzaktayken oluşan görüntünün yerini ve özelliklerini inceleyiniz.
2. **Adım:** Cisim, merceğin 2F noktasındayken oluşan görüntünün yerini ve özelliklerini inceleyiniz.
3. **Adım:** Cisim, F ile 2F noktaları arasındayken oluşan görüntünün yerini ve özelliklerini inceleyiniz.
4. **Adım:** Cisim, F noktasındayken oluşan görüntünün yerini ve özelliklerini inceleyiniz.

Etkinliğin Sonuçlandırılması

Cisim, kalın kenarlı merceğe yaklaştıkça cismin görüntüsünün yeri ve özellikleri nasıl değişmektedir?

"Kalın kenarlı mercekte görüntü oluşumu" etkinliğinde görüldüğü gibi kalın kenarlı merceklerde cisim nerede olursa olsun görüntü, daima odak ile optik merkez arasında düz, sanal ve cisimden küçüktür. Cisim sonsuzdan merceğe doğru yaklaştıkça görüntü de odak noktasından optik merceğe doğru yaklaşır ve görüntünün boyu büyür (Şekil 4.48).



Şekil 4.48: *Kalın kenarlı merceklerin oluşturduğu görüntünün özellikleri*

Araştırınız

Günlük hayatta kalın kenarlı merceklerin nerelerde ve ne tür amaçlar için kullanıldığını araştırınız. Araştırma sonucunu arkadaşlarınızla paylaşınız.

Merceklerin Kullanım Alanları

14. yüzyılda görme bozukluklarını düzeltmek amacıyla kullanılmaya başlanan mercekler 17. yüzyılda teleskop ve mikroskobun yapısında kullanılmıştır. Günümüzde ise mercekler gözlükten fotoğraf makinelerine, projeksiyon cihazlarından araba farlarına kadar pek çok alanda kullanılmaktadır.

Gözlük ve Lens

Gözde bulunan mercek ince kenarlı mercektir. Bu merceğin yapısında meydana gelecek bozulmalar göz kusurlarına neden olur. Göz kusurlarının giderilmesinde kullanılan gözlük (Görsel 4.20) ve kontak lenslerin yapısında mercekler bulunur.

Miyop ve hipermetrop, göz merceğindeki yapısal bozukluklardan kaynaklanır. Miyopluk yakını görüp uzağı net görememe durumudur. Bu göz kusurunun giderilmesinde kalın kenarlı mercekler yardımıyla yapılan gözlük ve lensler kullanılır.

Hipermetrop uzağı görüp yakını net görememe durumudur. Bu göz kusurunun giderilmesinde ince kenarlı mercekler yardımıyla yapılan gözlük ve lensler kullanılır.



Görsel 4.20: *Gözlük*



Görsel 4.21: *Mikroskop*

Mikroskop

Sağlık kuruluşlarında yoğun olarak kullanılan mikroskoplar, gözle görülemeyecek kadar küçük yapıları incelemeye yarar (Görsel 4.21). Mikroskopta biri görüntü diğeri objektif merceği olmak üzere iki ince kenarlı mercek kullanılır. Objektif merceğinin önüne yerleştirilen cismin, görüntü merceği ile bu merceğin odak noktası arasında ters ve gerçek görüntüsü oluşur. Bu görüntü, görüntü merceği tarafından cisim olarak kullanılır ve odak noktası ile mercek arasında olduğu için cisimden büyük ve sanal bir görüntü oluşur.

Fotoğraf Makinesi

İnsan gözünün yapısından esinlenilerek yapılan fotoğraf makinelerinin çalışması, doğru boyunca hareket eden ışınların ince kenarlı bir mercekten geçerek fotoğraf filminin üzerine düşürülmesi prensibine dayanır (Görsel 4.22).



Görsel 4.22: *Fotoğraf makinesi*



Görsel 4.23: *Kamera*

Kamera

Kameralar, günlük hayatta fotoğraf makinelerinde ve güvenlik amaçlı kullanılmaktadır. Kameralarda, ince kenarlı merceklerden oluşan objektif, ileri geri hareket ettirilir ve görüntü makine içindeki ekran üzerine düşürülerek netlik sağlanır (Görsel 4.23).



Görsel 4.24: *Büyüteç*

Büyüteç

Büyüteç, küçük nesnelerin rahat görülmesi için kullanılan ince kenarlı merceklerdir. Büyüteçlerde incelenecek cisim, odak noktası ile mercek arasına getirilmelidir. Bu durumda oluşan sanal görüntü düz ve cisimden büyüktür. Sarraflar değerli taşları incelerken saat tamircileri saatin içindeki küçük mekanizmaları tamir ederken büyüteçleri kullanır (Görsel 4.24).



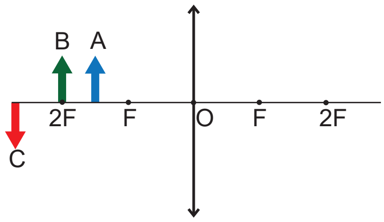
Görsel 4.25: *Dürbün*

Dürbün ve Teleskoplar

Dürbün ve teleskoplar, uzaktaki nesnelerin görüntülerini yakınlaştırarak daha rahat görülmesini sağlayan sistemlerdir (Görsel 4.25). Çalışma prensipleri mikroskoba benzer. Uzaktaki cisimlerin görüntüsü bir objektif merceğiyle oluşturulur ve bir görüntü merceği ile görüntüye bakılır. Teleskop ile dürbün arasındaki en belirgin fark teleskopların gökyüzü gözlemlerinde, dürbünlerin ise daha kısa mesafeli gözlemlerde kullanılmasıdır.

Örnek

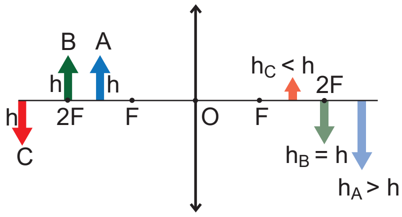
Merceğin odak noktası F'dir. Asal eksen üzerinde bulunan A, B ve C cisimlerinin boyları birbirine eşittir.



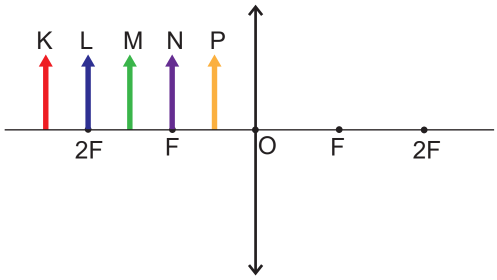
Buna göre cisimlerin görüntülerinin boyları h_A, h_B ve h_C arasındaki ilişki nedir?

Çözüm

F ile 2F noktaları arasındaki cismin görüntüsü 2F'nin dışında cisimden daha büyük, 2F'deki cismin görüntüsü 2F'de ve cisim ile aynı boyda, 2F'nin dışındaki bir cismin görüntüsü ise odak ile 2F arasında ve cisimden daha küçük boyda oluşur. Bu durumda görüntülerin boyları arasındaki ilişki $h_A > h_B > h_C$ olur.



Sıra Sizde - 25



İnce kenarlı bir merceğin önüne konulmuş K, L, M, N ve P cisimlerinden hangilerinin mercekte oluşan görüntülerinin boyu kendi boyundan büyüktür?

Çözüm

Sıra Sizde - 26

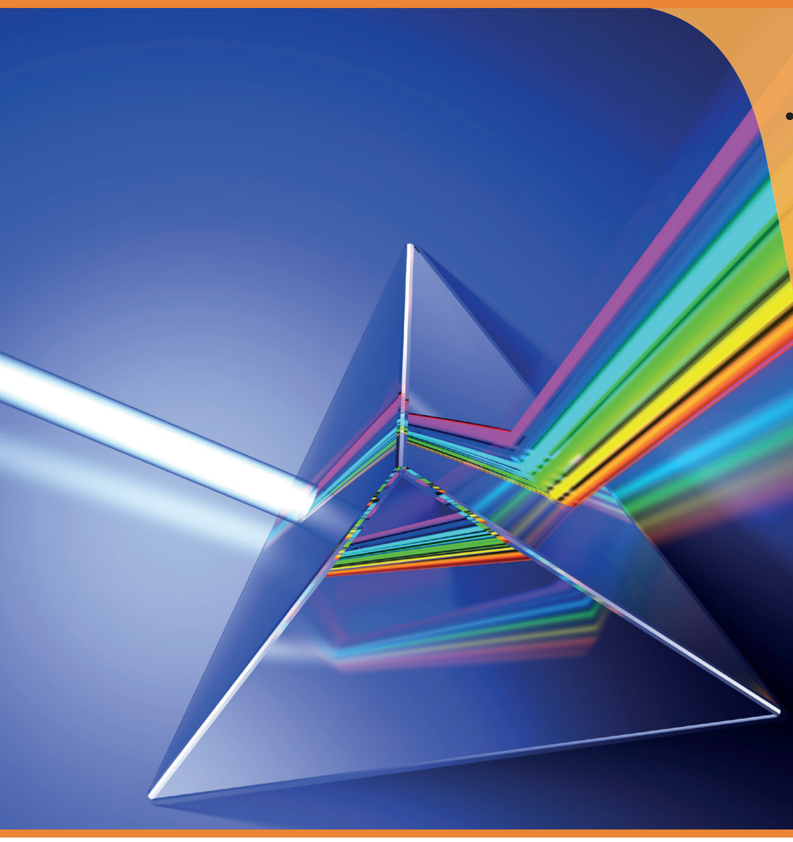
Merceklerin kullanım alanlarına ait üç örnek veriniz. Verdiğiniz örneklerde merceklerin ne tür amaçlarla kullanıldığını açıklayınız?

Çözüm

8. BÖLÜM

PRİZMALAR

Konular



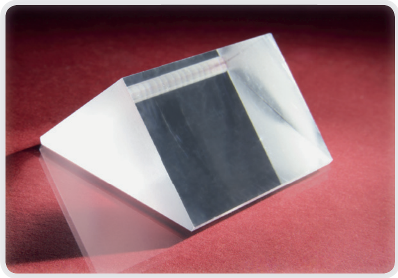
- **Işık, üzerine düştüğü maddeler tarafından soğurulabilir mi?**
- **Yağmur yağdıktan sonra güneş açınca gökkuşağı oluşmasının nedeni nedir?**

Bu bölümde prizmalarda tek renkli ışığın izlediği yol çizilerek beyaz ışığın prizmada renklerine ayrılması olayının nasıl gerçekleştiği açıklanıp ışık prizmalarının kullanım alanlarına örnekler verilecektir.

4.8.1. Işık Prizmalarının Özellikleri

Üzerine düşen ışığı saptıran ve renklerine ayıran camdan yapılmış üçgen prizmaya **ışık prizması** denir (Görsel 4.26).

Prizmada tek renkli ışığın izlediği yolu ve beyaz ışığın renklerine ayrılması olayını incelemek için "Işığın prizmada kırılması" deneyini yapınız.



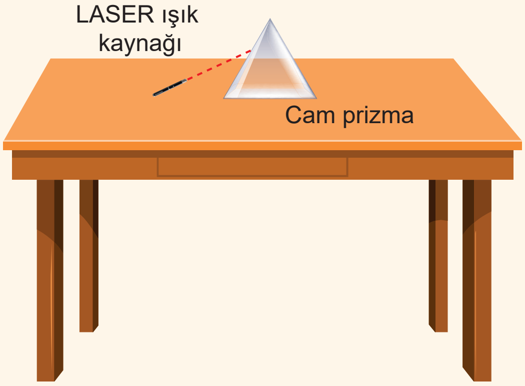
Görsel 4.26: *Işık prizması*

DENEY

4.10. DENEY

Deneyin Adı	Işığın prizmada kırılması
Deneyin Amacı	Prizmada tek renkli ışığın izlediği yolun çizilmesini ve beyaz ışığın renklere ayrılması olayının gözlemlenmesinin sağlanması
Deneyde Kullanılan Araçlar	• Tek renkli LASER ışık kaynağı • Beyaz ışık kaynağı • İkizkenar cam prizma

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı



Deneyin Yapılışı

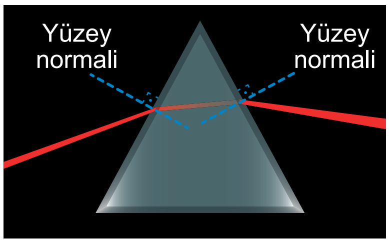
1. Adım: Tek renkli LASER ışık kaynağını ışık prizmasına şekildeki gibi tutunuz. Prizmanın arka tarafına beyaz bir kâğıt koyarak ışığın üzerine düşmesini sağlayınız.

2. Adım: Aynı işlemi beyaz ışık kaynağı için de yapınız. Beyaz kâğıt üzerindeki aydınlanmayı gözlemleyiniz.

Sonuç ve Değerlendirme

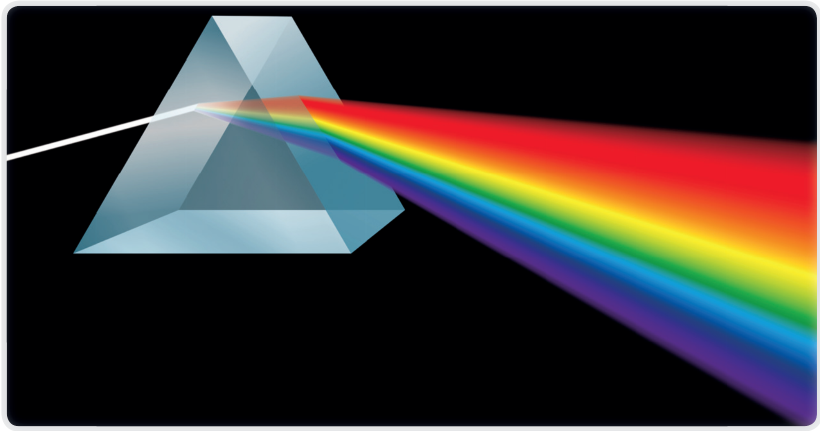
1. Tek renkli ışığın prizmada izlediği yolu gözlemleyerek defterinize çiziniz.
2. Beyaz ışığın prizmada kırılması sonucunda renklerine ayrılmasının sebepleri hakkındaki değerlendirmelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

"Işığın prizmada kırılması" deneyinde görüldüğü gibi prizmaya gönderilen tek renkli ışın, havadan cam ortamına girerken yüzeyin normaline yaklaşarak kırılır. Prizmanın diğer yüzeyinden tekrar hava ortamına geçerken ışın, yüzeyin normalinden uzaklaşarak prizmadan ayrılır. Böylece ışının ilk doğrultusundan saparak farklı bir doğrultu boyunca hareket ettiği görülür (Şekil 4.49).



Şekil 4.49: *Kırmızı LASER ışığının cam prizmadan geçişi*

Deneyin ikinci adımında ise prizmaya gönderilen beyaz ışığın kendisini oluşturan renklere ayrıştığı görülür (Görsel 4.27). Ortamın kırılma indisinin büyüklüğü ışığın dalga boyuna bağlıdır. Bu nedenle kırıcı ortama aynı açıyla giren farklı renkteki ışınlar farklı açılarla kırılır. Dalga boyu büyük olan ışınlar daha az kırılırken dalga boyu küçük olan ışınlar daha çok kırılır. Bu nedenle dalga boyu büyük olan kırmızı ışık az kırılırken dalga boyu küçük olan mor ışık en çok kırılır.

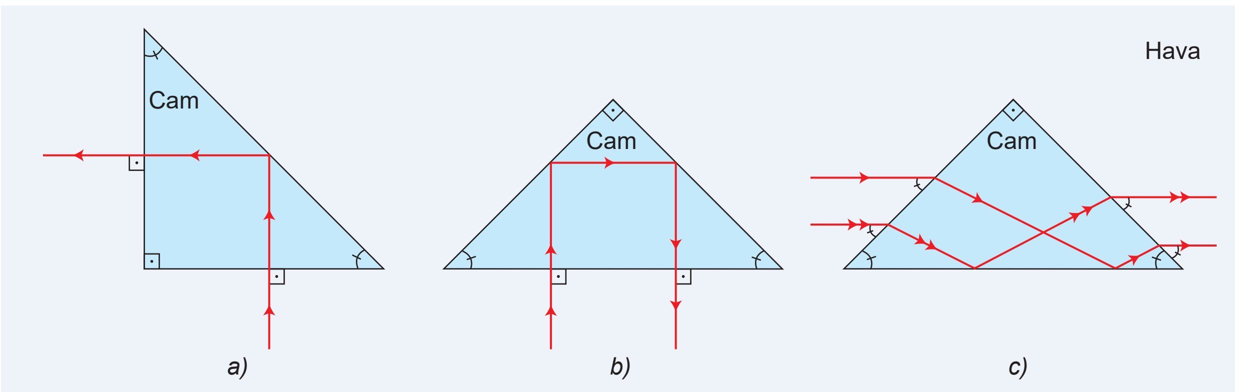


Görsel 4.27: *Beyaz ışığın prizmadan geçerken renklere ayrılması*

İkizkenar dik üçgen şeklindeki, camdan yapılmış prizmalara **tam yansımalı prizma** denir. Hava ortamında prizmanın yüzeylerinden birine dik gelen ışın prizmanın içinden havaya geçişinde tam yansımaya uğrar. Bu nedenle bu prizmalar tam yansımalı prizma olarak adlandırılır.

Prizmalara gelen ışığın tam yansıma yapabilmesi için prizmanın kırılma indisinin içinde bulunduğu ortamın kırılma indisinden büyük olması ve ışığın yüzeye sınır açısından büyük gelmesi gerekir. Camdan yapılmış tam yansımalı prizmalarda camdan havaya geçişte sınır açısı 42^{o} dir. Bu nedenle prizmalarda camdan havaya geçişte 42^{o} den büyük açıyla gelen ışınlar tam yansıma yapar.

Hava ortamındaki camdan yapılmış tam yansımalı prizmalarda dik kenarlardan birine dik gönderilen ışın diğer dik kenardan yine dik çıkar (Şekil 4.50: a). Hipotenüse dik gönderilen ışın tam yansımalardan sonra hipotenüsten dik çıkar (Şekil 4.50: b). Hipotenüse paralel gönderilen ışın tam yansıma ve kırılmalardan sonra yine hipotenüse paralel çıkar (Şekil 4.50: c).



Şekil 4.50: *Bazı ışınların tam yansımalı prizmalarda kırılması*

Fotoğraf makinesi, projeksiyon cihazı, mikroskop, periskop (Görsel 4.28), dürbün (Görsel 4.29) vb. birçok optik alette tam yansımalı prizmalar kullanılır.



Görsel 4.28: *Periskop*

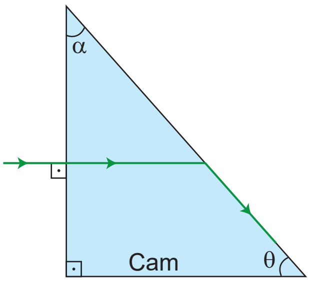


Görsel 4.29: *Dürbün*

Günlük hayatta kullanılan bisikletlerin arkasına takılan kedigözleri, motorlu araçların arka lambaları, otoyollarda geceleri ışık vurduğunda parlayan reflektörlerin yapılarında ışık prizmaları bulunur. Reflektörler, üzerine gelen ışığı geriye yansıtarak gece karanlığında üzerinde bulundukları aracın veya cismin fark edilmesini sağlar.

Örnek

Hava ortamında bulunan camdan yapılmış prizmaya gönderilen yeşil ışık şekildeki yolu izlemektedir.



Buna göre

I. Yeşil ışık için camdan havaya geçişte sınır açısı α kadardır.

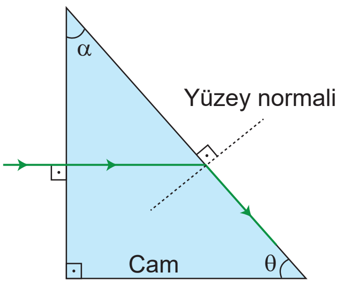
II. Yeşil ışık yerine kırmızı ışık kullanılırsa ışık hava ortamına geçer.

III. Yeşil ışık yerine mor ışık kullanılsaydı tam yansıma yapardı.

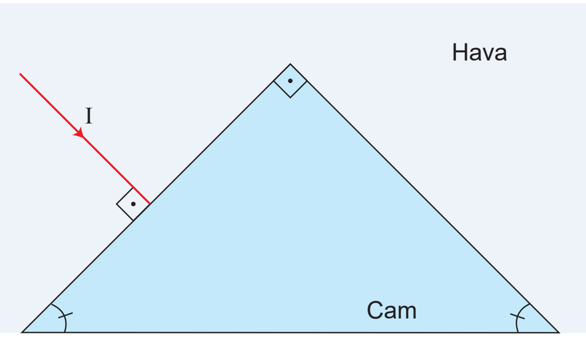
ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

α açısı ile gelen ışının kırılma açısı 90^o olduğu için α açısı yeşil ışık için sınır açısıdır. I. öncül doğrudur. Kırmızı ışık için sınır açısı α açısından büyüktür. Bu nedenle II. öncül doğrudur. Mor ışık için sınır açısı α açısından küçüktür. Bu nedenle α açısıyla gelen mor ışık tam yansıma yapar. III. öncül doğrudur.



Sıra Sizde - 27



Hava ortamında bulunan cam prizmaya gönderilen I ışınının izlediği yolu şekil üzerine çiziniz. (I ışını için camdan havaya geçişte sınır açısı 42^o dir.)

9. BÖLÜM

RENK

Konular



- **Cisimlerin renkli görülmesi ışığın hangi özelliğiyle ilişkilendirilir?**
- **Işığın olmadığı bir ortamda mavi, kırmızı ve yeşil renkli özdeş üç top kendi renklerinde görülebilir mi?**

Bu bölümde ışık ve boya renkleri arasındaki farklar karşılaştırılacaktır. Işıkta ve boyada ana ve ara renklerin neler olduğu verilecektir.

Işık renklerinden saf sarı ile karışım sarı arasındaki fark üzerinde durulup beyaz ışığın ve farklı renklerdeki ışığın filtrelerden geçişi ve soğurulmasına ilişkin örnekler verilecektir.

4.9.1. Cisimlerin Renkli Görülmesinin Sebepleri

Renkler, cisimden yansıyan ışınların göze gelmesi ve gözde bulunan sinirler yardımıyla beyne iletilmesiyle algılanır (Görsel 4.30).

Güneş ışığı altında siyah bir cisim, üzerine düşen bütün ışık renklerini soğurması sonucunda siyah görülürken denizlerin mavi görülmesinin sebebi üzerine düşen ışığın içerisindeki mavi rengi daha fazla yansıtmasıdır.

Güneş ışığı beyaz olduğuna göre insanların cisimleri renkli görmesinin sebebini hiç düşündünüz mü?

Cisimlerin neden renkli görüldüğünün cevabını bulmak için ışık ve boya renklerinin karşılaştırmasını “Beyaz ışık ve renkleri” deneyini yaparak inceleyiniz.



Görsel 4.30: *Güneş ışığı altında farklı renklerin görülmesi*

DENEY

4.11. DENEY

Deneyin Adı	Beyaz ışık ve renkleri
Deneyin Amacı	Beyaz ışığı oluşturan renklerin incelenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• 2 adet A4 kâğıdı • 3 adet beyaz ışık kaynağı • 3 adet yağlı boya fırçası • Birer adet kırmızı, mavi ve yeşil yağlı boya • Birer yaprak kırmızı, mavi ve yeşil selefon • Bant

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı

Beyaz ışık kaynaklarından birini kırmızı, birini mavi, birini de yeşil selefonla kapatıp selefonları kaymayacak şekilde ışık kaynaklarına bantlayınız. A4 kâğıdını masanın üzerine yerleştirdikten sonra ortamı karartınız.

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Kırmızı ve yeşil selefonla kapatılmış ışık kaynaklarından çıkan kırmızı ve yeşil ışığı A4 kâğıdı üzerinde aynı noktaya düşürünüz. Oluşan rengi Tablo 1’de yerine yazınız. Aynı işlemi sırasıyla önce kırmızı ve mavi selefonla kapatılmış ışık kaynaklarını, sonra da yeşil ve mavi selefonla kapatılmış ışık kaynaklarını kullanarak yapınız. Elde edilen renkleri Tablo 1’de yerine yazınız.

2. Adım: Kırmızı, mavi ve yeşil selefonla kapatılmış ışık kaynaklarından çıkan ışınları A4 kâğıdı üzerinde bir noktaya aynı anda düşürünüz. Oluşan rengi Tablo 1’de yerine yazınız.

Tablo 1: *Işık Renklerinin Karışımı (K: Kırmızı, Y: Yeşil, M: Mavi)*

Renk	K+Y	K+M	Y+M	K+Y+M
Karışımın Sonucu				

3. Adım: A4 kâğıdı üzerinde kırmızı, mavi ve yeşil yağlı boyaların aynı oranlarda ikişerli ve üçerli olacak şekilde, karışımlarını oluşturunuz. Yaptığınız karışımlarda görülen renkleri Tablo 2’de yerine yazınız.

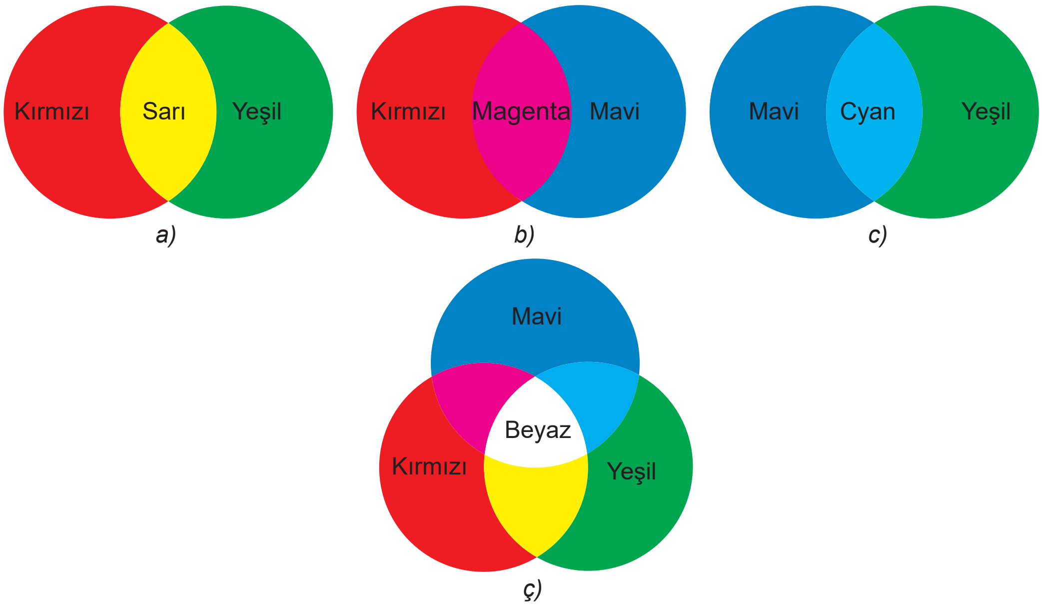
Tablo 2: *Boya Renklerinin Karışımı (K: Kırmızı, Y: Yeşil, M: Mavi)*

Renk	K+Y	K+M	Y+M	K+Y+M
Karışımın Sonucu				

Sonuç ve Değerlendirme

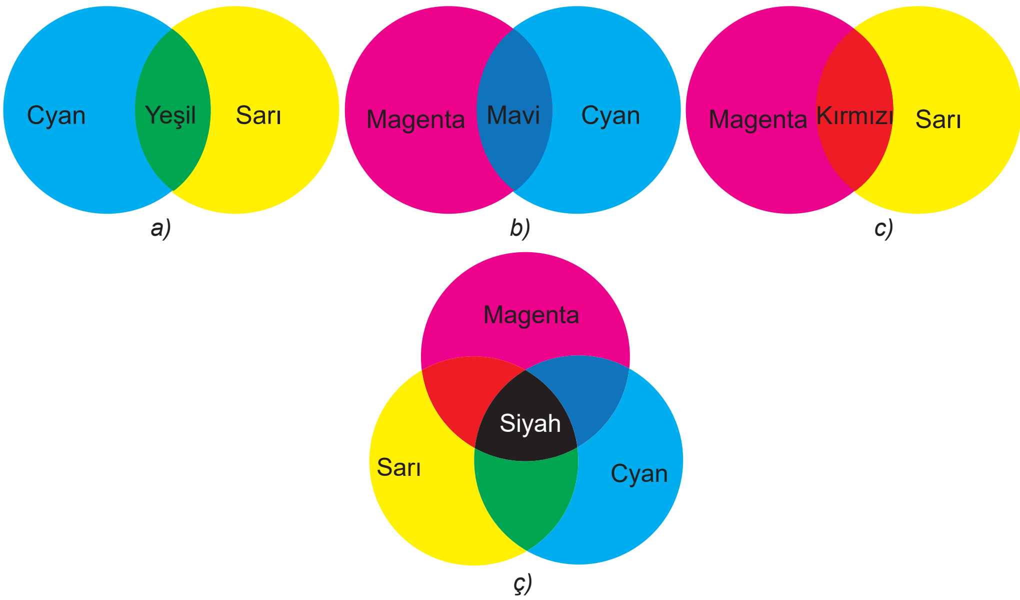
Işık ile boya renklerinin karışımlarından elde ettiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla değerlendiriniz.

"Beyaz ışık ve renkleri" deneyinde görüldüğü gibi kırmızı ve yeşil ışığın karışımı sarı (Şekil 4.51: a), kırmızı ve mavi ışığın karışımı magenta (Şekil 4.51: b), mavi ve yeşil ışığın karışımı cyan rengini (Şekil 4.51: c) verir. Kırmızı, yeşil ve mavi renklerin karışımıyla beyaz renk oluşur (Şekil 4.51: ç).



Şekil 4.51: *a, b, c, ç) Işık renklerinin karışımı*

Boyalarda ise cyan ve sarı boya karışımı yeşil rengi (Şekil 4.52: a), magenta ve cyan boyanın karışımı mavi rengi (Şekil 4.52: b) ve magenta ve sarı boyanın karışımı da kırmızı rengi (Şekil 4.52: c) verir. Cyan, magenta ve sarı boya renklerinin karışımının siyah rengi oluşturduğu gözlemlenir (Şekil 4.52: ç).



Şekil 4.52: *a, b, c, ç) Boya renklerinin karışımı*

Boya ve ışık renklerinin karışımlarının renkleri birbirinden farklı olmaktadır. Bu farklılığı anlamak için "Işığın ana renkleri" deneyini yapınız.

DENEY

4.12. DENEY

Deneyin Adı	Işığın ana renkleri
Deneyin Amacı	Işığın ana renklerinin incelenmesi
Deneyde Kullanılan Araçlar	• 4 adet beyaz ışık kaynağı • Birer yaprak kırmızı, yeşil, sarı ve mavi renkli selefon • Işık prizması • Beyaz kâğıt (A4) • Bant

Deney Düzeneğinin Hazırlanışı

Beyaz ışık kaynaklarından birini kırmızı, birini yeşil, birini de sarı selefonla kapatıp selefonları kaymayacak şekilde ışık kaynaklarına bantlayınız. Masanın üzerine önce A4 kağıdını, onun üzerine de ışık prizmasını yerleştirdikten sonra ortamı karartınız.

Deneyin Yapılışı

1. Adım: Beyaz ışık kaynağını ışık prizmasına tutunuz ve kırılan ışınları A4 kâğıdı üzerine düşürerek gözlemleyiniz.

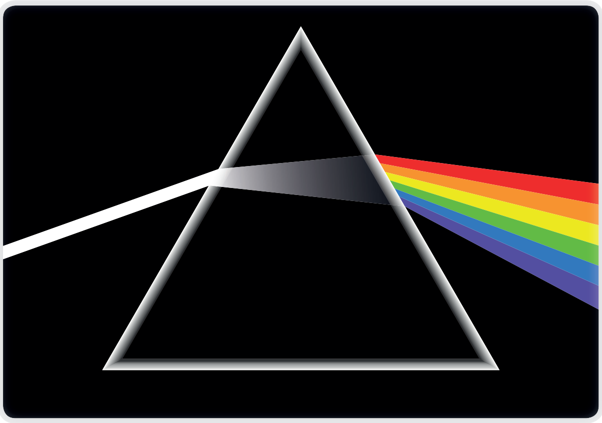
2. Adım: Kırmızı, yeşil ve sarı selefonla kapatılmış kaynaklardan çıkan ışınları ışık prizmasına ayrı ayrı düşürünüz. Kırılan ışınların oluşturduğu görüntüyü inceleyiniz.

Sonuç ve Değerlendirme

1. Prizmaya gönderilen beyaz ve sarı ışığın renklerine ayrılması bu renklerin yapısı hakkında nasıl bir bilgi verir?

2. Kırmızı, yeşil ve mavi renkli ışığın prizmaya gönderildiğinde yaptığınız gözlemlerden yola çıkarak bu renklerin ana, ara ve tamamlayıcı renk gruplarından hangisine girebileceğini açıklayınız.

"Işığın ana renkleri" deneyinde görüldüğü gibi beyaz ışık prizmaya düşürüldüğünde renklerine ayrılarak (Şekil 4.53) gökkuşağı (Görsel 4.31) renklerini oluşturur.

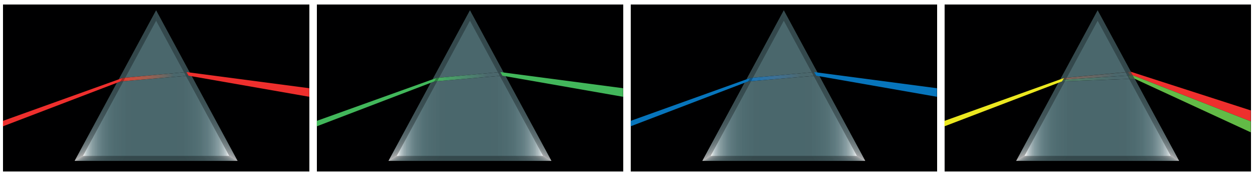


Şekil 4.53: *Beyaz ışığın prizmada renklerine ayrılması*



Görsel 4.31: *Gökkuşağı renkleri*

"Işığın ana renkleri" etkinliğinde görüldüğü gibi prizmaya ayrı ayrı düşürülen kırmızı, yeşil ve mavi ışık prizmadan ayrışmaya uğramadan kendi renkleriyle çıkarken sarı ışık prizmaya düşürüldüğünde kısmen kırmızı ve yeşil renkler şeklinde ayrışır (Şekil 4.54: a, b, c, ç).

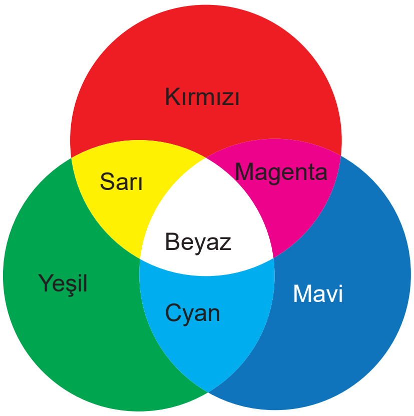


a) b) c) ç)

Şekil 4.54: *a, b, c, ç) Kırmızı, yeşil, mavi ve sarı renkli ışınların prizmadan geçişi*

Sonuç olarak prizmaya düşürüldüğünde renklerine ayrışmayan renkler ışığın ana renkleridir. Işıkta ana renkler kırmızı, yeşil ve mavidir.

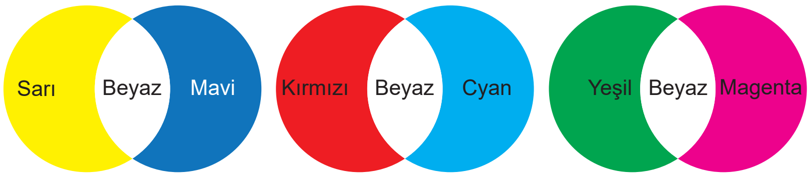
Ana renklerin aynı orandaki karışımlarından oluşan renklere **ara renkler** denir. Beyaz bir kâğıt üzerine düşürülen kırmızı, yeşil ve mavi ışığın karıştırılmasıyla oluşan ışık renkleri Şekil 4.55'te verilmiştir.



Şekil 4.55: *Işık renklerinin karışımı*

Işıkta ara renkler sarı, cyan ve magentadır. Sarı renk, kırmızı ve yeşil ışığın; cyan, mavi ve yeşil ışığın; magenta, kırmızı ve mavi ışığın üst üste düşürülmesi sonucunda oluşur.

Karışımları beyaz rengi veren ışık çiftlerine de **tamamlayıcı renk** denir. Mavi ışığın, sarı ışığı beyaza tamamlamasından dolayı maviye sarının tamamlayıcısı (Şekil 4.56: a); kırmızıya, cyanın tamamlayıcısı (Şekil 4.56: b); yeşile de magentanın tamamlayıcısı (Şekil 4.56: c) denir.



a) b) c)

Şekil 4.56: *a, b, c) Tamamlayıcı renkler*

Renkler ana, ara ve tamamlayıcı renkler olmak üzere üçe ayrılır. Ana ve ara renk kavramları prizmadan geçen ışığın kendisinden başka renklere ayrılıp ayrılmaması ile ilgilidir. Prizmaya düşürülen ışık başka renklere ayrışabiliyorsa ara renk, ayrışamıyorsa ana renktir. Sarı ışığın, karışım sarı ve saf sarı olmak üzere iki türü vardır. Yeşil ve kırmızı ışığın aynı anda göze gelmesiyle algılanan ışığa **karışım sarı**, bileşenine ayrılmayan sarı ışığa **doğal sarı (saf sarı) ışık** denir.



Görsel 4.32: *Boya maddeleri*

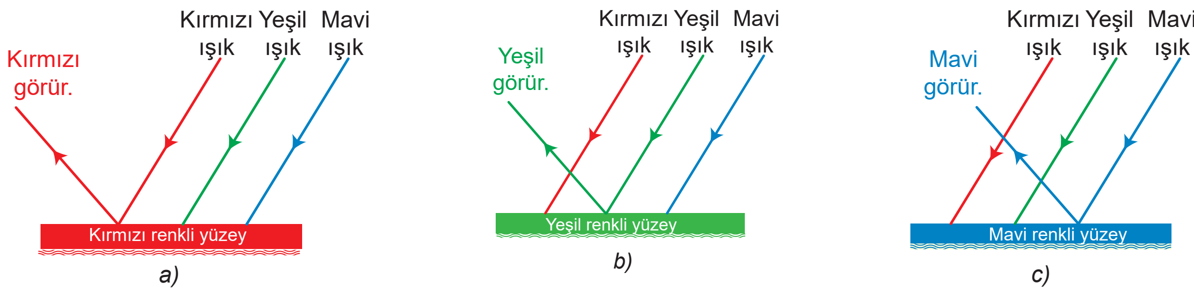


Görsel 4.33: *Farklı renkteki boyalar*

Boya Renkleri

Boya maddeleri saydam olmayan katı maddelerdir (Görsel 4.32). Bu maddelerin sıvılı çözeltilerine **boya** denir (Görsel 4.33). Bu maddeler, üzerine düşen ışığın bir kısmını soğururken bir kısmını yansıtır ve yansıttıkları renkte görülür. Kırmızı boyalı cisim üzerine kırmızı, yeşil ve mavi renkli ışık ışınları düşürüldüğünde cisim mavi ve yeşil renkteki ışıkları soğururken kırmızı renkteki ışığı güçlü yansıtır ve kırmızı renkte görülür (Şekil 4.57: a). Yeşil boyalı cisim üzerine kırmızı, yeşil ve mavi renkli ışık ışınları düşürüldüğünde cisim kırmızı ve mavi renkteki ışıkları soğururken yeşil renkteki ışığı güçlü yansıtır ve yeşil renkte görülür (Şekil 4.57: b). Mavi boyalı cisim üzerine kırmızı, yeşil ve mavi renkli ışık ışınları düşürüldüğünde cisim kırmızı ve yeşil renkteki ışıkları

soğururken mavi renkteki ışığı güçlü yansıtır ve mavi renkte görülür (Şekil 4.57: c).



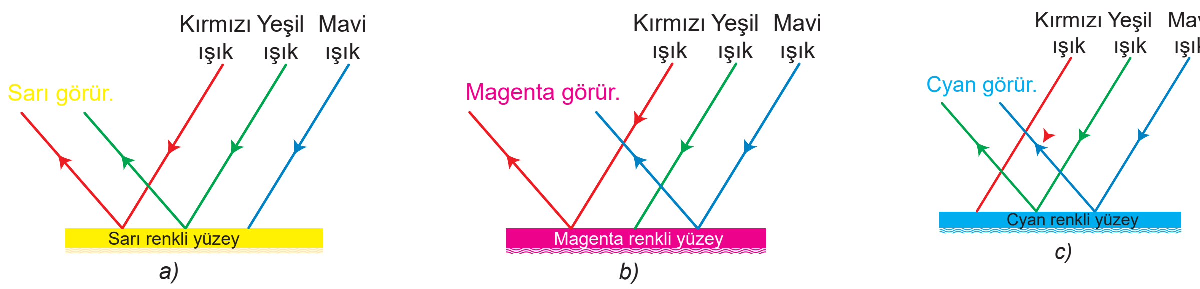
Şekil 4.57: *Kırmızı, yeşil ve mavi renkli yüzeylerden güneş ışığının yansıması*

Ara renkle boyalı cisimler kendi rengini oluşturan renkteki ışıkları güçlü yansıtırken diğerlerini soğurur.

Sarı boyalı cisim üzerine kırmızı, yeşil ve mavi renkte ışık ışınları düşürüldüğünde mavi renkli ışını soğururken kırmızı ve yeşil renkli ışınları güçlü yansıtır. Kırmızı ve yeşil renkli ışınların göze aynı anda gelmesi sonucunda cisim sarı renkte görülür (Şekil 4.58: a).

Magenta boyalı cisim üzerine kırmızı, yeşil ve mavi renkte ışık ışınları düşürüldüğünde yeşil renkli ışını soğururken kırmızı ve mavi renkli ışınları güçlü yansıtır. Kırmızı ve mavi renkli ışınların göze aynı anda gelmesi sonucunda cisim magenta renkte görülür (Şekil 4.58: b).

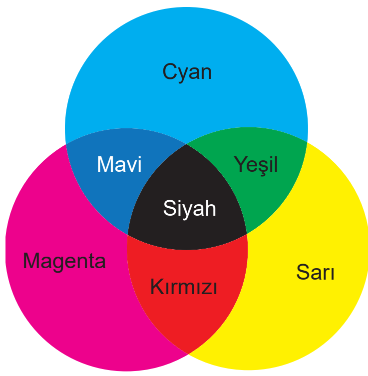
Cyan boyalı cisim üzerine kırmızı, yeşil ve mavi renkte ışık ışınları düşürüldüğünde kırmızı renkli ışını soğururken yeşil ve mavi renkli ışınları güçlü yansıtır. Yeşil ve mavi renkli ışınların göze aynı anda gelmesi sonucunda cisim cyan renkte görülür (Şekil 4.58: c).



Şekil 4.58: *a, b, c) Sarı, magenta ve cyan renkli yüzeylerden güneş ışığının yansıması*

Boya ve ışık renkleri üzerine yapılan çalışmalar ışıktaki ana renklerin boya renklerinde ara renk, ışıktaki ara renklerin boya renklerinde ana renk olduğunu göstermiştir.

Boya renklerinde Şekil 4.59'daki gibi sarı ve magenta renk boya aynı oranda karıştırıldığında kırmızı, magenta ile cyan boya aynı oranda karıştırıldığında mavi, cyan ile sarı boya aynı oranda karıştırıldığında ise yeşil elde edilir. Sonuç olarak ışığın üç ana rengi olmasaydı maddeler renkli algılanamazdı.

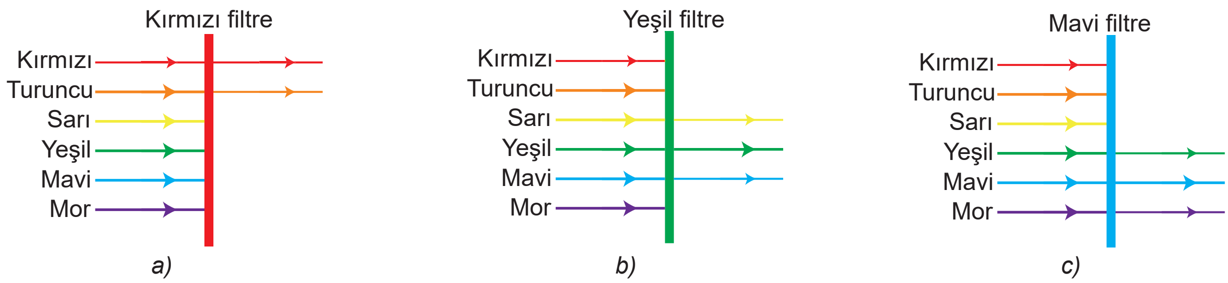


Şekil 4.59: *Boya renklerinin karışımı*

Işık Filtreleri

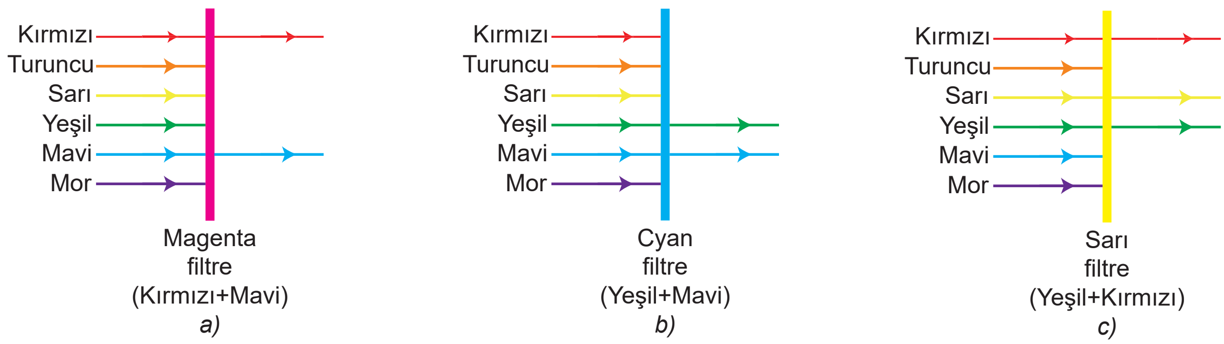
Işık filtreleri renkli saydam levhalardır. Kullanıldığı yerlere uygun olarak farklı renkte olabilir. Filtreler, kendi rengindeki ışınları güçlü bir şekilde geçirir.

Kırmızı filtre kırmızı renkli ışığı güçlü, turuncu renkli ışığı zayıf (Şekil 4.60: a); yeşil filtre yeşil renkli ışığı güçlü, sarı ve mavi renkli ışığı zayıf (Şekil 4.60: b) geçirirken mavi filtre mavi renkli ışığı güçlü, yeşil ve mor renkli ışığı zayıf geçirir (Şekil 4.60: c).



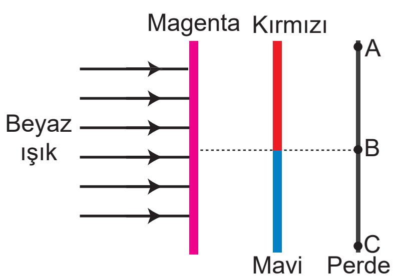
Şekil 4.60: *Beyaz ışığın farklı filtrelerdeki geçişi*

Ara renkli filtreler kendi rengindeki ışığı ve bileşenleri olan ışığı geçirir, diğerlerini soğurur. Şekil 4.61: a, b, c'de beyaz ışığın ara renkli filtrelerden geçişi verilmiştir.



Şekil 4.61: *Beyaz ışığın ara renkli filtrelerden geçişi*

Örnek



Karanlık bir ortamda beyaz ışık demeti magenta, kırmızı ve mavi filtrelere gönderiliyor.

Buna göre beyaz perde üzerindeki A ve B noktaları ile B ve C noktaları arasındaki bölümler hangi renkte görülür?

Çözüm

Magenta filtreden kırmızı ve mavi ışınlar geçer. Kırmızı filtreden kırmızı, mavi filtreden mavi ışık geçer. Bu nedenle A-B arası kırmızı, B-C arası mavi görülür.

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

doğrultu	eğrilik yarıçapı	odak noktası
rengi	fiber optik	sınır açısı
küresel	opak	magenta
candela	aydınlanma	yüzeyin normali
dağıtan	ışık akısı	ışık prizmaları
maddenin cinsine	dalga	kırılma indisi

1. Işığın bir saydam ortamdan başka bir saydam ortama geçerken .... değiştirmesine kırılma denir.
2. Çukur aynalar ışığı odaklayan tümsek aynalar ise ışığı .... aynalardır.
3. Işık şiddetinin birimi ....
4. Saydam maddelerden yapılan prizmalara .... denir.
5. Işığın boşluktaki hızının herhangi bir saydam ortamdaki hızına oranına o ortamın .... denir.
6. Kırılma açısını 90° yapan gelme açısına .... denir.
7. İnce kenarlı merceğin asal eksenine paralel gelen ışınların mercekte kırıldıktan sonra toplandığı yere merceğin .... denir.
8. Teknolojide önemli bir yeri olan .... kablolarda bir uçtan giren ışık tam yansımalar yaparak diğer uçtan çıkar.
9. Küresel aynalarda odak mesafesi aynanın .... yarısı kadardır.
10. Işık hem .... hem de tanecik özelliği gösterir.
11. Aynalara gelen ışığın .... yansıma şeklini etkilemez.
12. Bir ışık kaynağından bir yüzeye gelen ışık miktarına .... denir.
13. Birim yüzeye düşen ışık akısı miktarına .... şiddeti denir.
14. Boyanın ana renkleri cyan, ... ve sarıdır.
15. Işığı hiç geçirmeyen maddelere .... madde denir.
16. Bir merceğin odak büyüklüğü yapıldığı .... bağlıdır.
17. Yansıma kanunlarına göre gelen ışın, ... ve yansıyan ışın aynı düzlemdedir.
18. Aynalar düz ve .... olmak üzere ikiye ayrılır.

B) Aşağıdaki soruların cevaplarını boş bırakılan alana yazınız.

19. **Snell Yasası'na göre kırılma açısı, ışığın geldiği ortamın kırılma indisi ve ışığın geçtiği ortamın kırılma indisi ile birlikte hangi niceliğe bağlıdır?**

Cevap: ....

20. **Çevreye atılan cam kırıklarının ve içerisinde su bulunan pet şişelerin yangına sebep olmaları bu cisimlerin hangi mercek çeşidi gibi davranmalarından kaynaklanır?**

Cevap: ....

21. **Kesiti ikizkenar dik üçgen biçiminde camdan yapılmış prizmalara ne ad verilir?**

Cevap: ....

22. **Kırmızı, yeşil ve mavi renkli ışınlar beyaz perde üzerindeki aynı noktaya düşürülürse hangi renk görülür?**

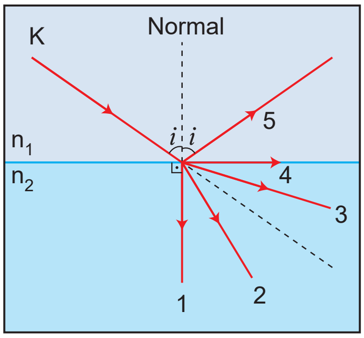
Cevap: ....

23. **Evlerde kullanılan çanak antenlerin yapısı hangi ayna çeşidine benzer?**

Cevap: ....

C) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

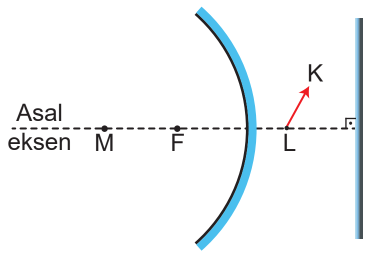
24. Kırılma indisleri n_1 ve n_2 olan saydam ortamlardan, n_1 ortamından bir K ışını şekildeki gibi gönderiliyor.



Buna göre ışın hangi yolu izleyemez?

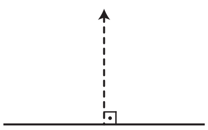
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

25. Şekildeki aynanın odak noktası F, merkez noktası M'dir. Tümsek aynanın asal ekseni üzerinde bulunan düzlem ayna asal eksene diktir.

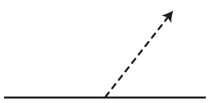


KL cisminin düzlem aynadaki görüntüsü tümsek aynada nasıl bir görüntü oluşturur?

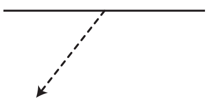
A)



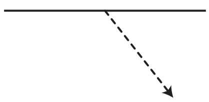
B)



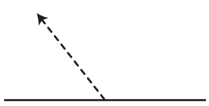
C)



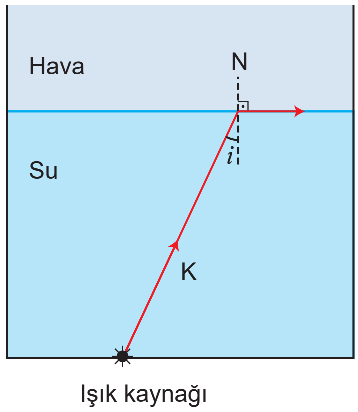
D)



E)



26. Su ortamında bulunan kaynaktan çıkan bir K ışını yüzeyin normali ile i açısı yaparak yüzeye ulaşmakta ve şekildeki gibi sınırdan geçmektedir.



Buna göre

I. Suyun yüksekliğinin artırılması

II. i açısının büyütülmesi

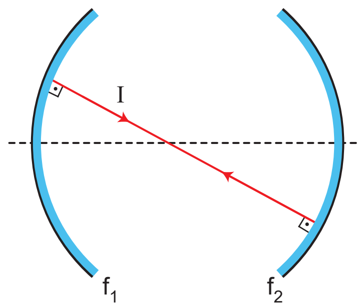
III. Su yerine kırılma indisi daha küçük olan bir sıvı kullanılması

işlemlerinden hangileri tek başına yapılırsa K ışını tam yansıma yapar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

27. Asal eksenleri çakışık küresel aynaların odak uzaklıkları f_1 ve f_2 dir. Aynaların arasında bulunan bir I ışınının izlediği yol verilmiştir.

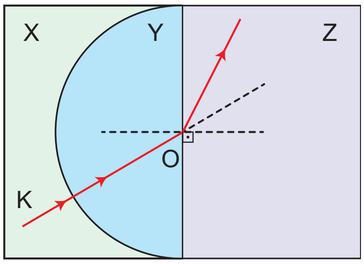


Buna göre aynalar arası uzaklık aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak ifade edilmiştir?

A) $f_1 + f_2$ B) $f_1 - f_2$ C) $2f_2 - 2f_1$

D) $2f_1 - 2f_2$ E) $2f_1 + 2f_2$

28. X ortamından yarım daire kesitli Y ortamının merkezine gönderilen K ışınının izlediği yol şekildeki gibidir.



Buna göre

I. $n_X > n_Y$

II. $n_Y > n_Z$

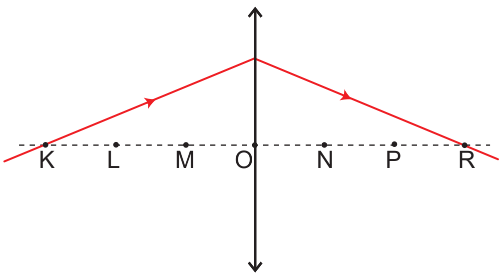
III. $n_X = n_Y$

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

29. İnce kenarlı merceğin asal ekseni üzerinde bulunan noktalar arası uzaklıklar eşittir.



Buna göre

I. P noktası merceğin odak noktalarından biridir.

II. Mercek, M noktasına yerleştirilen bir cisim için büyüteç olarak kullanılabilir.

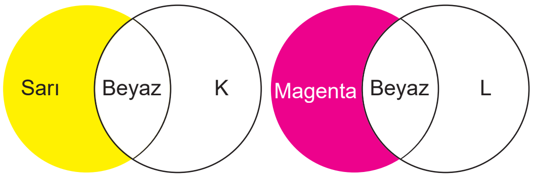
III. K noktası merceğin 2F noktalarından biridir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

30. Sarı ışık ile K'nin, magenta ışık ile L'nin kesişmesinden beyaz ışık oluşmaktadır.



Buna göre

I. K ışını mavi renklidir.

II. K ile L ışınının karışımından cyan rengi elde edilir.

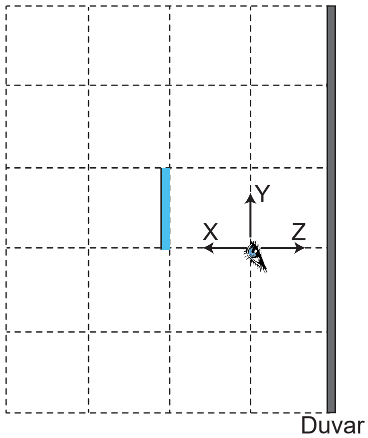
III. L ışını kırmızı renklidir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

31. Göz, düzlem ayna ve yeterince uzun duvar şekildeki gibidir.



Gözün duvar üzerinde gördüğü bölge için

I. Göz, X yönünde bir miktar hareket ederse gördüğü bölge artar.

II. Göz, Y yönünde bir miktar hareket ederse gördüğü bölgenin uzunluğu değişmez.

III. Göz, Z yönünde bir miktar hareket ederse gördüğü bölge azalır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

32. **Perde üzerinde oluşan aydınlanmanın artması için**

I. Işık şiddetini artırmak

II. Işık kaynağını perdeye yaklaştırmak

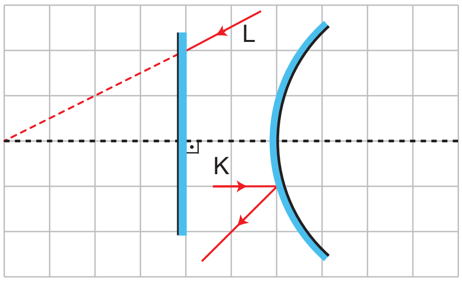
III. Işık şiddetini azaltmak

işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?

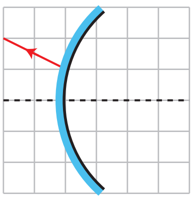
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

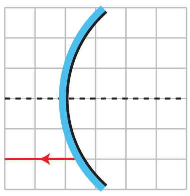
D) I ve II E) II ve III

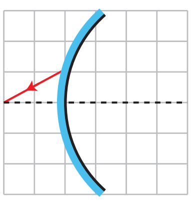
33. Şekilde birim kareler üzerinde verilen K ışınının bir tümsek aynada yansıması gösterilmiştir.

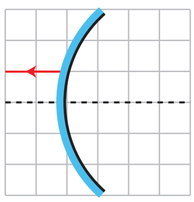


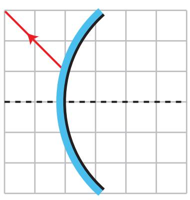
Buna göre düzlem aynaya gönderilen L ışını tümsek aynadan nasıl yansır?

A) 

B) 

C) 

D) 

E) 

34. I. Fiber optik kablolarda veri iletimi

II. Sıcak bir asfaltın üzerinde su birikintisi varmış gibi görülmesi

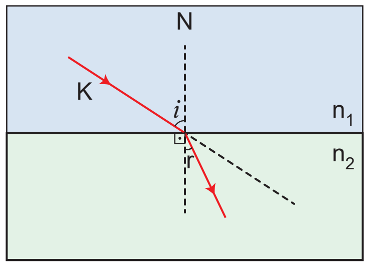
III. Havuz tabanındaki ışık kaynağının su yüzeyinde belli bir bölgeyi aydınlatması

Yukarıdaki durumların hangilerinde ışığın tam yansıması olayı gözlenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

35. Kırılma indisi n_1 olan ortamdan kırılma indisi n_2 olan ortama i açısı ile gönderilen ışın şekildeki gibi r açısı ile kırılıyor.



Buna göre r açısının daha küçük olması için

I. i küçültülmeli.

II. n_1 küçültülmeli.

III. n_2 büyütülmeli.

ifadelerinden hangileri tek başına yapılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

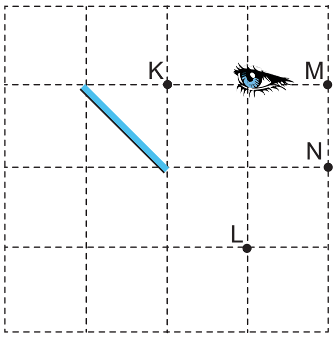
D) I ve III E) I, II ve III

36. **Aydınlanma şiddetinin birimi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Candela B) Lüks C) Lümen

D) Weber E) Newton

37.

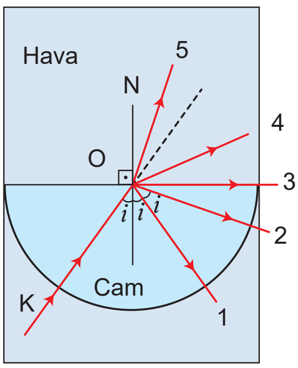


Aynaya bakan göz K, L, M ve N noktasal cisimlerinden hangilerinin görüntüsünü aynada görür?

A) Yalnız K B) Yalnız N C) K ve M

D) K, M ve N E) L, M ve N

38. Hava ortamından yarım daire kesiti cam ortamının merkezine şekildeki gibi bir K ışını gönderiliyor.

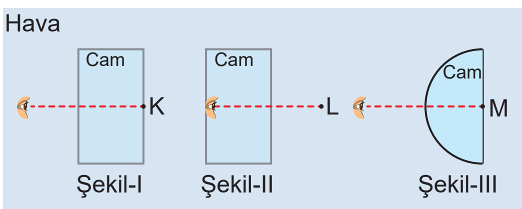


Buna göre ışın hangi yolları <u>izleyemez</u>?

A) 1 ve 2 B) 1, 2 ve 3 C) 2 ve 5

D) 3 ve 4 E) 1 ve 5

39. Şekil-I, II ve III'te konumları verilen gözler K, L ve M cisimlerine bakıyor.

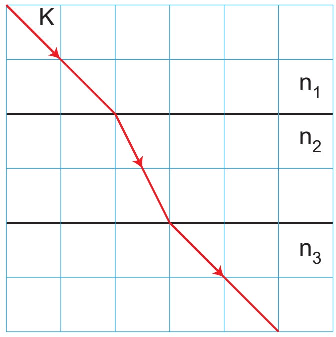


Buna göre hangi cisimler bulunduğu konumdan daha yakında görülür?

A) Yalnız K B) K ve L C) K ve M

D) L ve M E) K, L ve M

40. Kırılma indisleri n_1, n_2 ve n_3 olan ortamlarda bir K ışının izlediği yol şekildeki gibidir.
K ışınının ortamlardaki ilerleme hızı sırası ile ϑ_1, ϑ_2 ve ϑ_3 tür.



Buna göre ϑ_1, ϑ_2 ve ϑ_3 hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

A) $\vartheta_1 > \vartheta_2 > \vartheta_3$ B) $\vartheta_1 = \vartheta_3 > \vartheta_2$

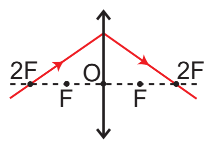
C) $\vartheta_2 > \vartheta_1 = \vartheta_3$ D) $\vartheta_3 > \vartheta_2 > \vartheta_1$

E) $\vartheta_2 > \vartheta_1 > \vartheta_3$

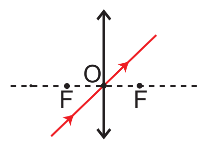
41. Aşağıdaki ince kenarlı mercekler özdeş olup F noktası merceğin odağıdır. Noktalar arası uzaklıklar eşittir.

Buna göre hangi seçenekte aynı renkli ışının izlediği yol yanlış çizilmiştir?

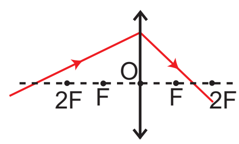
A)



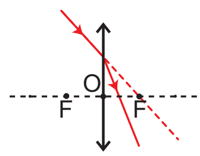
B)



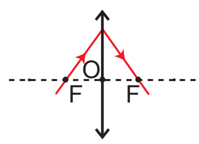
C)



D)

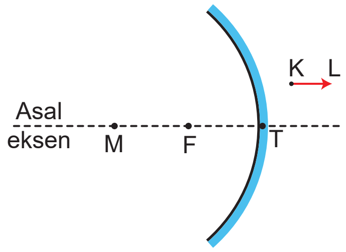


E)

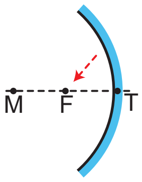


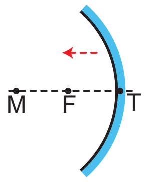
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

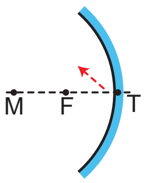
42. Odak noktası F, merkez noktası M olan tümsek aynanın asal eksenine paralel bir K-L cismi yerleştirilmiştir.

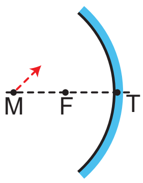


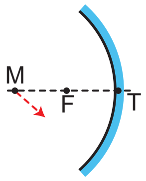
Buna göre cismin tümsek aynadaki görüntüsü aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak gösterilmiştir?

A)


B)


C)


D)


E)


43. Bir A cismine bakıldığında cisim kırmızı ışık altında kırmızı, sarı ışık altında sarı renkte görülmektedir.

Buna göre A cismi

I. Yeşil ışık altında yeşil

II. Beyaz ışık altında sarı

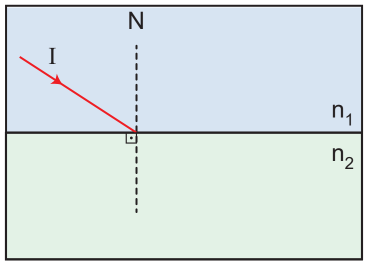
III. Mavi ışık altında beyaz

renklerinden hangilerinde görülebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

44. Kırılma indisleri arasındaki ilişki $n_2 > n_1$ olan ortamlardan n_1 den bir I ışını şekildeki gibi gönderiliyor.



Buna göre ışın ile ilgili

I. Normale yaklaşarak kırılır.

II. Tam yansıma yaparak geldiği ortama geri döner.

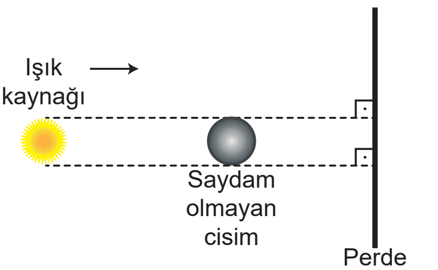
III. n_2 ortamına geçtiğinde hızı artar.

ifadelerinden hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

45. Yarıçapları eşit küresel ışık kaynağı ile saydam olmayan küresel cisim bir perde önüne şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



Buna göre küresel ışık kaynağı ok yönünde bir miktar hareket ettirilirse

I. Perdede oluşan tam gölge alanı artar.

II. Perdede oluşan yarı gölge alanı artar.

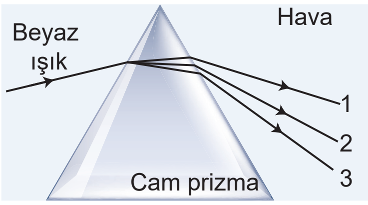
III. Tam gölge alanı değişmez.

ifadelerinden hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

46. Hava ortamında bulunan cam prizmaya gönderilen beyaz ışığın kırılması şekildeki gibidir.



2 numaralı ışın yeşil renkte ise 1 ve 3 numaralı ışınların renkleri aşağıdakilerden hangileri olabilir?

	1	3
A)	Kırmızı	Turuncu
B)	Mavi	Mor
C)	Kırmızı	Mavi
D)	Mavi	Kırmızı
E)	Mor	Kırmızı

47. Aşağıdakilerin hangisinin yapısında mercek bulunmaz?

A) Gözlük

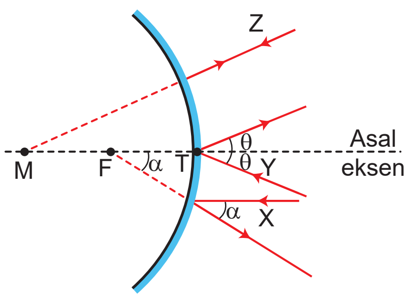
B) Fotoğraf makinesi

C) Televizyon kumandası

D) Teleskop

E) Mikroskop

48. Tümsek aynada F noktası odak, M noktası merkez noktasıdır.



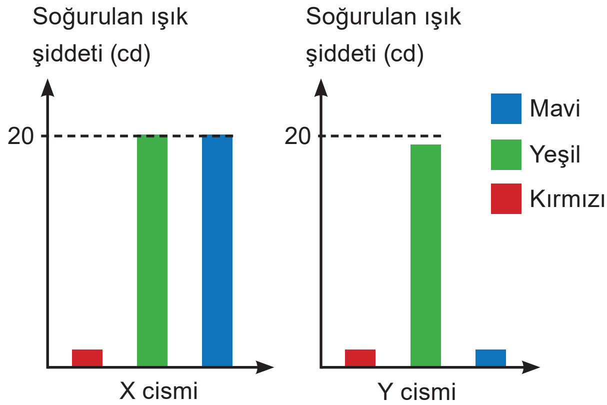
Buna göre asal eksene paralel gönderilen X ışını ile Y ve Z ışınlarının izlediği yollardan hangileri doğru gösterilmiştir?

A) Yalnız X B) Yalnız Y C) X ve Y

D) Y ve Z E) X, Y ve Z

D) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

49. Bir cisim üzerine ışık düştüğünde, yüzey kendi rengindeki ışık ışınlarını güçlü bir şekilde yansıtırken komşu renklerini zayıf yansıtır. Diğer renkteki ışınları soğurur. Göz, cismi baskın olarak yansıyan ışık ışınları renginde görür. Yüzeylerine ışık şiddetleri 20 cd olan kırmızı, yeşil ve mavi renkli ışık ışınları aynı anda düşürüldüğünde, X ve Y yüzeyleri tarafından soğurulan ışık ışınlarının şiddetlerini gösteren sütun grafikleri şekildeki gibidir.



a) **Sütun grafiklerine göre X ve Y cisimlerinin renkleri nedir?**

b) **Kırmızı ışığın bulunduğu bir ortamda X ve Y cisimleri ayırt edilebilir mi?**

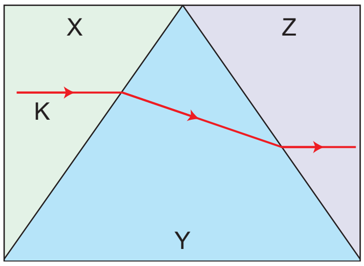
Çözüm

50. Aynaya bakan bir gözlemci görüş alanındaki bir cismin görüntüsünü görememektedir. Bunun sebebini kısaca açıklayınız.

Çözüm

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

51. X ortamından gönderilen bir K ışınının Y ve Z ortamlarında izlediği yol şekildeki gibidir.



Ortamların kırılma indisleri sırası ile n_X, n_Y ve n_Z arasındaki büyüklük sıralaması nedir?

Çözüm

52. Sarı filtre ile rengi bilinmeyen X ve Y filtrelerine şekildeki gibi beyaz ışık düşürülüyor.



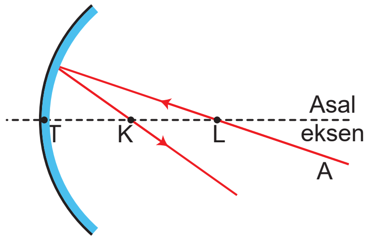
Beyaz perdenin K-L bölümü kırmızı, L-M bölümü yeşil görüldüğüne göre X ve Y filtrelerinin rengi nedir?

Çözüm

53. Bir cismin düzlem aynada oluşan görüntüsünün görülebilmesi için cisim yalnızca düzlem aynanın önüne mi yerleştirilmelidir?

Çözüm

54. Çukur aynada bir A ışınının izlediği yol verilmiştir.



Buna göre

I. K noktası aynanın odağıdır.

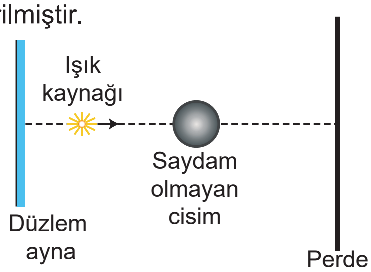
II. Aynanın eğrilik merkezi K-L arasındadır.

III. Çukur aynanın asal eksenine paralel gelen ışın yansıdıktan sonra T-K arasından asal ekseni kesecek şekilde gider.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

55. Düzlem ayna, noktasal ışık kaynağı ve saydam olmayan cisim perde önüne şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



Buna göre

I. Perde üzerinde sadece tam gölge oluşur.

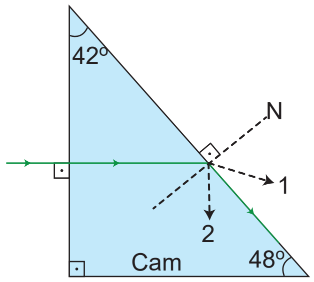
II. Perde üzerinde hem tam hem yarı gölge oluşur.

III. Işık kaynağı ok yönünde hareket ettirilirse perde üzerinde oluşan tam gölge alanı azalır, yarı gölge alanı artar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

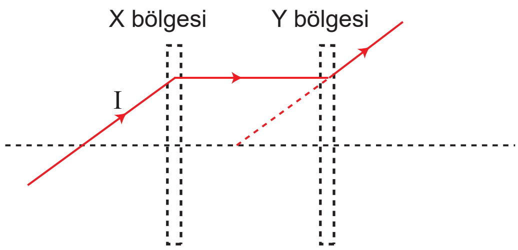
56. Cam prizmaya gönderilen yeşil renkli I ışını sınırda kırılarak yoluna devam etmektedir.



Buna göre prizmaya yeşil ışın yerine kırmızı ve mor ışın gönderilirse hangi yolu izler?

Çözüm

57. Şekildeki düzenekte X ve Y bölgelerine mercek yerleştirilmiştir.



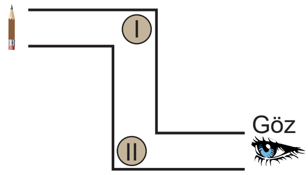
I ışının izlediği yola göre X ve Y bölgelerindeki merceklerin cinsi nedir?

Çözüm

58. Bir cismin düzlem aynadaki görüntüsünün konumu gözlemcinin aynaya baktığı konuma göre değişir mi?

Çözüm

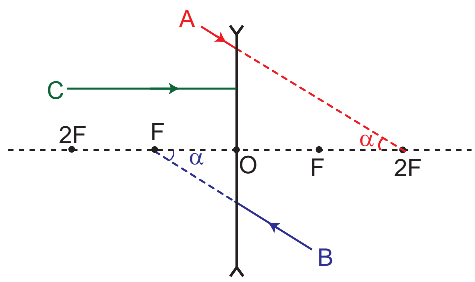
59. Denizaltı ve tank gibi araçlarda görülmeden çevreyi görmeye olanak sağlayan düzeneklere periskop denir.



Gözlemcinin kalemi görebilmesi için periskop içindeki numaralandırılmış bölgelere tam yansımalı prizmaları uygun şekilde yerleştiriniz.

Çözüm

60. Kalın kenarlı merceğin odak noktası F'dir.

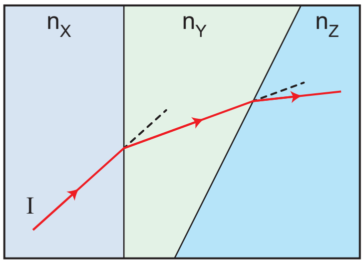


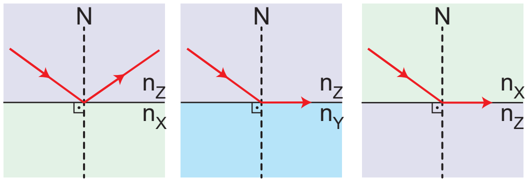
Buna göre asal eksen ile aynı açıyı yapacak şekilde gönderilen A ve B ışınları ile asal eksene paralel gelen C ışınının mercekte kırıldıktan sonra izlediği yolları çiziniz.

Çözüm

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

61. Bir I ışınının n_X, n_Y ve n_Z kırılma indisli ortamlarda izlediği yol şekildeki gibidir.



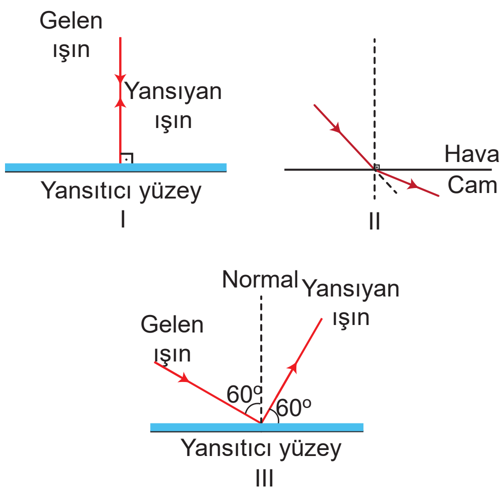


Şekil-I Şekil-II Şekil-III

Buna göre bir ışın Şekil-I, II ve III'teki yollardan hangilerini izleyebilir?

Çözüm

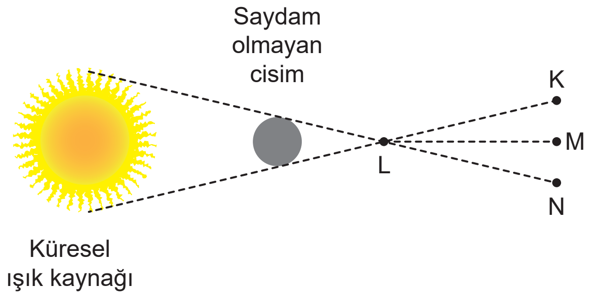
62. **Işıkta yansıma ve kırılma olayları, su dalgalarında yansıma ve kırılma olaylarıyla ilişkilendirildiğinde**



çizimlerinden hangileri yanlış çizilmiştir?

Çözüm

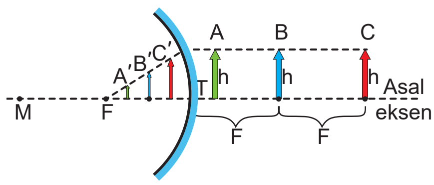
63.



Karanlık bir ortamda bulunan küresel bir ışık kaynağına K, L, M ve N noktalarından bakan gözlemcilerin küresel ışık kaynağını görme şekillerini ayrı ayrı çiziniz.

Çözüm

64. Tümsek aynalarda aynanın önünde odak kadar uzakta bulunan bir cismin görüntüsü odak ile tepe noktasının tam ortasında cismin boyunun yarısı kadardır. Aynanın önündeki bir cisim için bu durum dışında bir özel durum yoktur.



Aynanın asal ekseni üzerindeki A, B ve C cisimlerinin görüntüleri için

I. A cisminin görüntüsü kesinlikle C′ dür.

II. B cisminin görüntüsü kesinlikle B′ dür.

III. C cisminin görüntüsü A′ olabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE (ELEKTRİK VE MANYETİZMA)

Sıra Sizde

1. $\frac{6}{5}$ **2.** 1-b, 2-a, 3-c **3.** K ve M **4.** 3 Ω **5.** A = 8 Amper, V = 12 Volt **6.** 60 Watt **7.** a) 12 A, b) 1440 W, c) 86400 J **8.** 12 TL **9.** $P_L > P_K > P_M$ **10.** II ve III **11.** K←, L→, M← **12.** I, II ve III **13.** $B_M > B_K > B_L$ **14.** I, II ve III **15.** a) Harput Kalesi güneydoğuda b) Arap Baba Türbesi güneyde

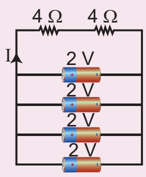
Ölçme ve Değerlendirme

A) **1.** akım şiddeti **2.** direnci **3.** ampermetre **4.** voltmetre **5.** elektriksel enerji **6.** potansiyel farkı **7.** iç direnci **8.** mıknatıs **9.** manyetik alan **10.** elektromıknatıs

B) **11.** Direnç **12.** A **13.** İletkenin uzunluğu **14.** Pusula **15.** Voltmetre

C) **16.** B **17.** B **18.** E **19.** A **20.** B **21.** A **22.** C **23.** E **24.** B **25.** A **26.** C **27.** D **28.** E **29.** B **30.** D **31.** B **32.** B **33.** C **34.** D **35.**A **36.** D **37.** E

D) **38.**



39. 4A **40.** 4 Ω **41.** K-Artar L-Azalır M-Değişmez **42.** 22 V **43.** 40 W **44.** 1

2. ÜNİTE (BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ)

Sıra Sizde

1. 2 **2.** $P_2 > P > P_1$ **3.** P artar, F azalır **4.** Dış basınç ve balonun içerisindeki gaz miktarı sabit olduğundan sıcaklık arttıkça basıncın artması gerekir. Ancak balonlar iç basınç ile dış basıncı dengeler. Bu durumda basıncın artmaması için balonun hacmini büyütür. **5.** I, III ve IV **6.** a) $F_L = F_M > F_K$ b) $d_M > d_L > d_K$ **7.** $\frac{1}{2}$

Ölçme ve Değerlendirme

A) **1.** yüzey alanı **2.** sıvı **3.** manometre **4.** azalır **5.** batimetre **6.** yüksekliği **7.** hızı **8.** ağırlığı **9.** askıda **10.** kapta **11.** kaldırma kuvveti **12.** basıncın

B) **13.** Sıvının basıncı **14.** Barometre **15.** Hacim **16.** Ağırlığı **17.** Bernoulli İlkesi

C) **18.** D **19.** B **20.** A **21.** E **22.** E **23.** B **24.** B **25.** B **26.** D **27.** E **28.** C **29.** B **30.** B **31.** E **32.** D

D) **33.** Dağın eteğine inildiğinde açık hava basıncı artar. İç basıncın dış basınca eşit olabilmesi için cismin hacmi küçülür. **34.** I, II ve III **35.** h_1 azalır. h_2 değişmez. **36.** I ve III **37.** 2P **38.** Yalnız I **39.** II ve III **40.** $P_Z > P_X = P_Y$ **41.** 2 **42.** I, II ve III **43.** I ve II **44.** Deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça açık hava basıncı azalır. Suyun kaynama noktası düşer. Bu nedenle düşük sıcaklıkta yemeğe ısı aktarıldığı için pişme süresi uzar. **45.** $\frac{3P}{5}$ **46.** 3

3. ÜNİTE (DALGALAR)

Sıra Sizde

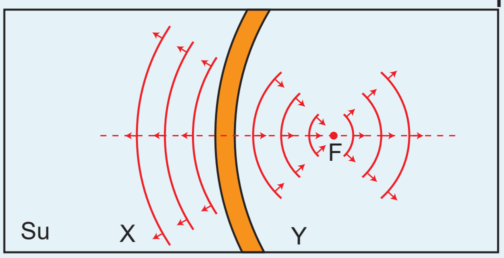
1. I, II ve III **2.** Titreşim hareketi: I ve IV Dalga hareketi: II ve III **3.** E

4.

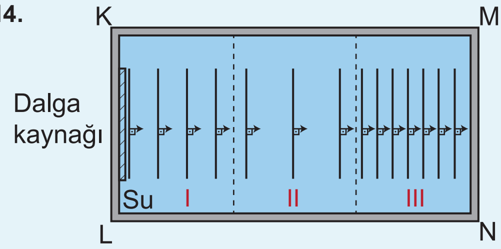
	Taşıdığı Enerjiye Göre		Titreşim Doğrultusuna Göre	
Dalga Türleri	Mekanik Dalga	Elektromanyetik Dalga	Enine Dalga	Boyuna Dalga
Ses Dalgası	✓			✓
Yay Dalgası	✓		✓	✓
X-Işınları		✓	✓	
Deprem Dalgası	✓		✓	✓
Kızılötesi Işınlar		✓	✓	
Radyo Dalgaları		✓	✓	
Su Dalgası	✓		✓	✓

5. Yalnız II **6.** Yalnız I **7.** I, II ve III **8.** Z > Y > X **9.** 6 s **10.** a) Eksi yönde ilerler. b) L noktası dalga çukurudur. M noktası dalga tepesidir.

11.



12. N **13.** B **14.**



15. I ve III **16.** I ve II **17.** I, II ve III **18.** Yalnız I **19.** I, II ve III

Ölçme ve Değerlendirme

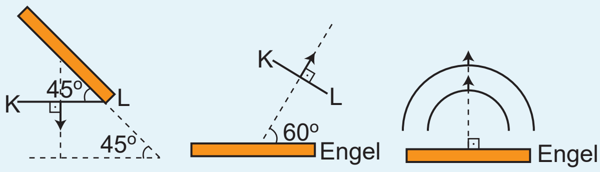
A) 1. atma **2.** sismograf **3.** enine **4.** titreşim hareketi **5.** enerji **6.** frekans **7.** dalga hareketi **8.** dalga tepesi **9.** dalga boyu **10.** derinliği **11.** stroboskop **12.** mekanik

B) 13. Sabit uç **14.** Periyot **15.** Richter ölçeği **16.** Derinliği **17.** Sonar

C) 18. E **19.** D **20.** E **21.** E **22.** C **23.** E **24.** D **25.** E **26.** A **27.** E **28.** A **29.** C **30.** E **31.** E **32.** D **33.** A **34.** C **35.** C **36.** D **37.** D

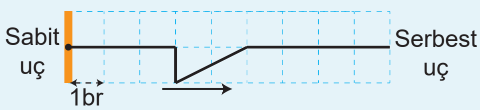
D) 38. Maliyetin en yüksek olduğu N bölgesi, maliyetin en düşük olduğu L bölgesidir.

39.



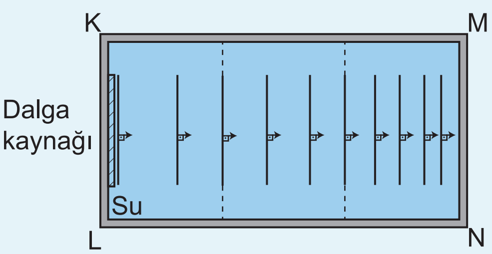
Şekil-I Şekil-II Şekil-III

40.



41. Esnek bir yüzeyin titreştirilmesiyle oluşan dalgalara mekanik dalga denir. Yüklü parçacıkların ivmeli hareket etmesi sonucu oluşan dalgalara elektromanyetik dalga denir. Mekanik dalgaların yayılabilmesi için maddesel ortam gerekirken elektromanyetik dalgalar boşlukta da yayılabilir.

42.

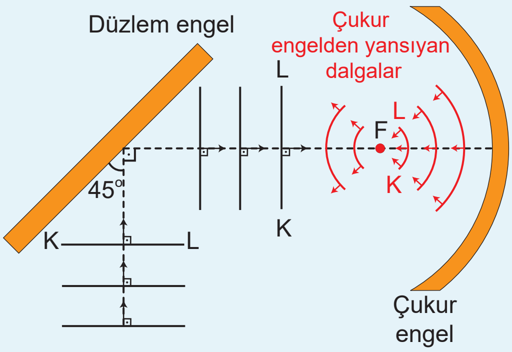


43. Yalnız III **44.** Yalnız II **45.** 4 saniye

46. Esnek bir ortamda oluşturulan dalgaların birim zamanda aldığı yola **dalganın ilerleme hızı** denir. Bir dalganın düşey eksen üzerinde denge konumuna olan maksimum uzaklığına **genlik** denir. Periyodik hareket yapan cisimlerin birim zamandaki devir sayısına **frekans** denir. İki dalga üzerindeki aynı özelliğe sahip iki nokta arasındaki uzaklığa **dalga boyu** denir.

47. $h_X > h_Y > h_Z$ **48.** Sesin tınısı **49.** Yalnız II

50.



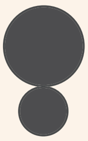
51. I, II ve III **52.** I ve II **53.** $T = \dfrac{x}{(n-1)\cdot\vartheta}$

4. ÜNİTE (OPTİK)

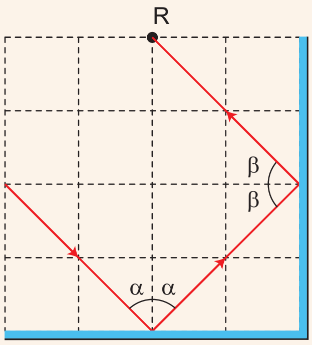
Sıra Sizde

1. Işık, bazı olaylarda tanecik gibi davranırken bazı olaylarda dalga gibi davranmaktadır. Bu durumda bütün ışık olayları bu modeller ile açıklanamamıştır. Elektromanyetik dalga modeli ışığın hem dalga hem de tanecik doğasına aynı anda sahip olabileceğini göstererek bütün ışık olaylarını açıklayabilmiştir. **2.** I ve II **3.** $\Phi = I \cdot A = 4\pi I$ $E = \dfrac{\Phi}{A}$

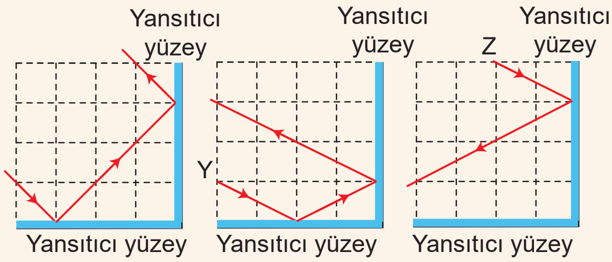
4.



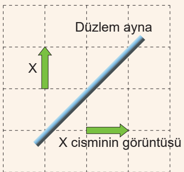
5. Tam ve yarı gölge alanları büyür. **6.**



7.

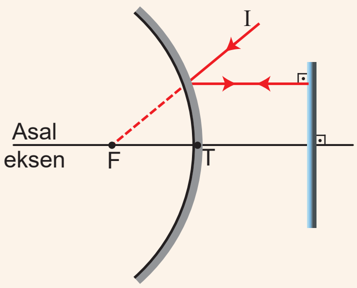


8. I ve III **9.** 36° **10.** 50° **11.**

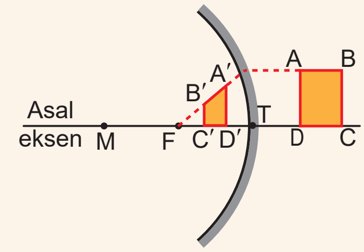


12. Y ve Z **13.** L ve M **14.** Değişmez **15.** I, II ve III **16.** Yalnız I_3

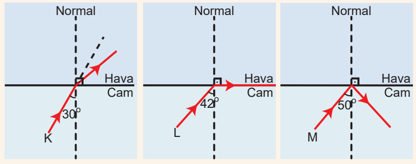
17.



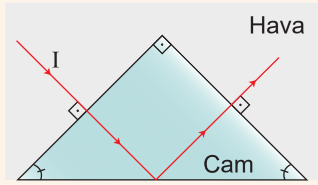
18. Merkezde, ters, gerçek ve cisim ile aynı boydadır. **19.**



20. Ortam değiştiren su dalgalarının hızındaki değişmeden dolayı kırılma olayı gerçekleştiği gibi ortam değiştiren ışık da hızındaki değişmeden dolayı kırılır. **21.**



22. C **23.** E **24.** I, II ve III **25.** M ve P **26.** Öğrenci yorumuna bağlıdır. **27.**



Ölçme ve Değerlendirme

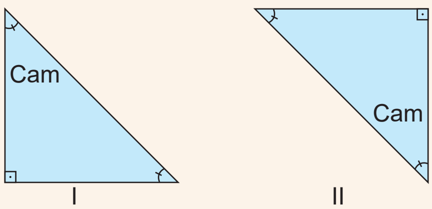
A) **1.** doğrultu **2.** dağıtan **3.** candela **4.** ışık prizması **5.** kırılma indisi **6.** sınır açısı **7.** odak noktası **8.** fiberoptik **9.** eğrilik yarıçapı **10.** dalga **11.** rengi **12.** ışık akısı **13.** aydınlanma **14.** magenta **15.** opak **16.** maddenin cinsine **17.** yüzeyin normali **18.** küresel

B) **19.** Gelme açısı **20.** İnce kenarlı mercek **21.** Tam yansımalı prizma **22.** Beyaz **23.** Çukur ayna

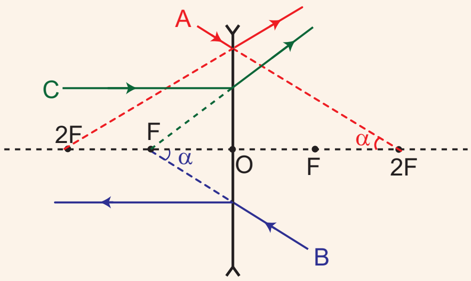
C) **24.** A **25.** B **26.** B **27.** E **28.** B **29.** D **30.** D **31.** E **32.** D **33.** A **34.** E **35.** E **36.** B **37.** A **38.** C **39.** A **40.** B **41.** E **42.** A **43.** D **44.** A **45.** E **46.** C **47.** C **48.** E

D) **49.** a) X-kırmızı, Y-magenta b) Hayır **50.** Aynanın önünde saydam olmayan bir cisim varsa cismin hem kendisi hem de aynadaki görüntüsü diğer cisimlerin görülmesine engel olur. **51.** $n_Z > n_Y > n_X$ **52.** X-kırmızı, Y-yeşil **53.** Hayır **54.** II ve III **55.** II ve III **56.** Kırmızı-1, Mor-2 **57.** X bölgesinde ince kenarlı, Y bölgesinde kalın kenarlı mercek vardır. **58.** Değişmez.

59.

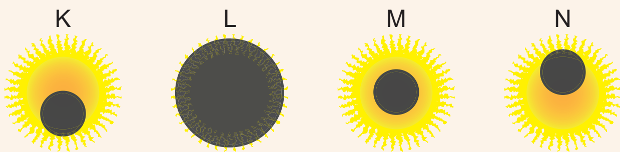


60.



61. I ve II **62.** II ve III

63.



64. Yalnız III

SÖZLÜK

A

ağırlık : Bir cisme bulunduğu noktada etki eden çekim kuvveti.
akort : Bir çalgının doğru ses verebilmesi için yapılan ayar, düzen.
akort burgusu : Telli müzik aletlerinde tellerin bir ucunda bulunan ve müzik aletlerinin tellerinin gerginliğini ayarlayan düğmeler.
akustik : Sesin titreşim sıklığı, süresi ve duyulma gücü bakımından taşıdığı nitelik, ses dağılımı, ses düzenlemesi.
akvaryum : Balık, kaplumbağa gibi tuzlu ya da tatlı su hayvanlarının, su bitkilerinin yapay bir ortamda beslendiği cam su kabı.
algı : Dikkati bir şeye yönelterek, o şeyle ilgili olarak duyular aracılığıyla edinilen yalın bilgi, o şeyle ilgili bilgiyi bilincinde var etme, o şeyi anlama.
alüminyum folyo : İletkenliği olan, alüminyumdan elde edilmiş çok ince, parlak metal levha.
amplitude : Genlik.
analiz : Çözümleme. Bir madde içerisindeki bileşiklerin hepsini veya bir kaçının miktarını ve neler olduğunu ortaya koyma.
anons : Sesli duyuru.
aparat : Bir cihazın kullanılmasını sağlayan parçaları, araç ve gereç.
ardışık : Birbiri ardından gelen, mütevali.
asfalt : Ana maddesi petrol katranı olan ve yol kaplamasında kullanılan karışım.
astronom : Gökbilimci. Gökbilimle uğraşan bilgin.
atmosfer : Yeri veya herhangi bir gök cismini saran gaz tabakası, gaz yuvarı.

B

batarya : Paralel veya seri bağlanan birden çok pil veya üreteç.
beherglas : Sıvıları muhafaza etmek için kullanılan cam, porselen veya plastikten yapılmış silindir şeklinde kap.
bobin : İçinden elektrik akımı geçebilen yalıtılmış tel ile bu telin sarılı bulunduğu silindirden oluşan aygıt.
bölge : Önemli ve genellikle cepheye koşut herhangi bir taktik alana verilen ad.
bütçe : Devletin, bir kuruluşun, bir aile veya bir kimsenin gelecekteki belirli bir süre için tasarladığı gelir ve giderlerinin tümü.

C

cendere : Sıkıştırma işleminde kullanılan alet.
cihaz : Bir işi, işlemi, deneyi gerçekleştirmek için kullanılması gereken araç ya da bunların birkaçının uygun biçimde eklenmesinden oluşan takım.
coğrafya : Yeryüzünü fiziksel, ekonomik, biyolojik, insani ve siyasal yönlerden inceleyen bilim.

Ç

çap : Bir çemberin merkezinden geçen bir doğrunun çemberi kestiği iki nokta arasındaki uzaklık.

D

dabakhane : Tabakhane, deri tabaklanan fabrikadır. Ham deri olarak gelir ve bitmiş deri olarak fabrikadan çıkar. Tabakhane deri tabaklanan (işlenen) fabrikaya verilen addır.

dairesel : Daire biçiminde olan.

dalga leğeni : Su dalgası oluşturmak amacıyla hazırlanan deney düzeneği.

dalgıç : Deniz dibine inilebilecek özel donanımla su altında çalışmayı meslek edinen kimse, balık adam, kurbağa adam.

damper : Bir şasinin üzerine takılmış, inip kalkan kasası olan, kendinden hareketli, yükü boşaltan düzen.

davul : Enlice ve büyük bir kasnağın iki yanına deri gerilerek yapılan, bir tokmak ve bir çubukla vurularak çalınan bir çalgı.

dinamometre : Kuvvet ve ağırlık ölçen araç.

diyapazon : Titreştirildiğinde ana seslerden birini veren U biçiminde, küçük bir çelik araç.

doğrultu : 1. Yön. İstikamet 2. Gidilen, izlenen, tutulan yol. 3.Belirli bir sonsuz doğrunun belirttiği tek yol.

düzlem : Üzerinde girinti ve çıkıntı olmayan, düz, yassı. 2. Üzerine, kesişen iki doğrunun her noktasının dokunması gereken yüzey, müstevi.

E

ebat : Boyut, boyutlar.

eksen : Mihver. Bir cismi iki eşit parçaya bölen gerçek ya da sanal çizgi.

elektromanyetik dalga : Yüklü parçacıkların ivmeli hareketleri sonucunda oluşan dalgalar.

endoskopi : Ucunda kamera olan ve kıvrılabilen bir alet yardımıyla yemek borusu, mide ve onikiparmak bağırsağının incelenmesi.

engel : Bir işin gerçekleşmesini önleyen neden, bir işi yapılamaz duruma sokan şey.

enstrüman : Müzikte, güzel, uyumlu sesler çıkarması için yapılmış araç.

esnek : Bir dış gücün etkisi altında uzama, kısalma, eğrilme vb. biçim değişikliklerine uğradıktan sonra, etkinin kalkmasıyla eski biçimini alabilme özelliğinde olan, elastik, elastiki.

F

falez : Deniz ve göllerin kenarlarında bulunan ve dalga aşındırmasına bağlı olarak meydana gelmiş bulunan diklikler.

fay hatları : Fay, kırık olarak da bilinir. Jeolojide, yer kabuğu kayaçlarının ters yönlü sıkıştırma ya da gerilme kuvvetlerinin etkisiyle koparak birbirine göre yer değiştirmesiyle birlikte ortaya çıkan yapı.

filtre : Süzek, süzgeç. Fotoğrafçılıkta, kimi ışıkları tutan cam parça.

folyo : Çok ince maden levha.

fren : Bir makinenin, herhangi bir taşıtın hızını kesmeye veya onu durdurmaya yarayan mekanizma.

G

gölge oyunu : Geriden ışıkla aydınlatılmış bir perde arkasında devindirilen (hareketlendirilen) resimlerin gölgelerinden yararlanılarak oynatılan oyun.

güneş paneli : Üzerine düşen güneş ışığını soğurarak doğrudan elektrik enerjisine çeviren sistemler.

H

hâl değişimi : Katı, sıvı, gaz gibi doğabilimsel bir hâldeki bir özdeğin başka bir hâle dönüşmesi.

hassas : Yapımı ve bakımı özen isteyen, aksamadan çok doğru çalışan, kesin ölçüler gerektiren işlerde kullanılan (alet).

hidrolik : Akışkanlar vasıtasıyla kuvvet ve hareketlerin iletimi ve kumandası anlamında kullanılmaktadır. Sıvı basıncıyla güçlendirilmiş.

homojen : Benzer karakterlere ya da yapıya sahip olan.

I

ışın : Bir ışık kaynağından çıkarak her yöne yayılıp giden ışık demeti.

İ

ibre : Ölçü aletleri, saat ve göstergelerde sayı veya işaret göstermeye yarayan hareketli iğne.

ifade : Anlatmak. Anlatım.

iyon : Elektron alarak eksi elektrikle ya da elektron kaybederek artı elektrikle yüklenmiş atom.

izole : Yalıtılmış.

K

kademe : Aşama, basamak, derece.

kaide : Kural.

kampana : Tekerleğin dingil üzerindeki fren mekanizması.

kesit : Bir şeyin içini inceleyebilmek için, boylamasına ya da enlemesine kesildiğinde ortaya çıkan yüzey.

kılcallık : Adezyon etkisiyle sıvının çapı küçük olan borular içerisinde yükselmesi ya da alçalması.

kıskaç : Bir şeyi tutup sıkıştırmaya yarayan kerpeten, pense vb. araç.

kolon : Yapılarda, katlardaki döşemleri birbirine bağlayan düşey boru.

koordinasyon : Uyum içinde cereyan eden hareket.

kristal : Geometrik olarak düzenlenmiş düz yüzeyleri ve bir simetrik iç yapısı ile karakterize edilen belirli yapıdaki homojen ve açısal katı.

kronometre : Zamanı hassas bir şekilde ölçmeye yarayan sayaç.

kuvvet : Duran bir cismi hareket ettiren, hareket hâlindeki bir cismi durduran, cismin yönü, doğrultusu ve şeklinde değişiklik meydana getirebilen etki.

L

laparoskopi : Büyük bir kesi yapılmadan ince bir kameranın karın içerisine sokularak organların görüntülenmesi prensibine dayanan ameliyat.

LASER : Işımanın uyarılmış yayınımı ile ışığın kuvvetlendirilmesi. LASER'ler dar ve yoğun bir eş-faz ve tek renkli ışık ışını üreten aygıtlardır.

levha hareketleri : Dünya'nın yüzeyini oluşturan ve levha olarak adlandırılan devasa parçaların hareket etmesi.

M

maliyet : Üretimde, bir ürün elde edilinceye değin ona harcanan değerlerin tümü.

manşon : Tansiyon ölçümünde tansiyon aletinin kola sarılan kısmı.

melodi : Müzikte, ince ve kalın seslerle oluşturulan hareket. Konuşmada ince ve kalın ses hareketlerinde sesli harflere bir nitelik vermek.

mengene : Onarma, işleme, düzeltme vb. işlemlerin uygulanacağı nesneyi sıkıştırıp istenildiği gibi tutturmaya yarayan bir çeşit alet.

mıknatıs : Demir, nikel ve kobalt gibi maddeleri çeken maddeler.

MR (Manyetik rezonans) : Manyetik rezonans görüntüleme, nükleer manyetik rezonans görüntüleme veya manyetik rezonans tomografi, canlıların iç yapısını görüntüleme amacıyla daha çok tıpta kullanılan bir yöntemdir.

mukavva : Kalın karton.

N

nicelik : Azalıp çoğalabilen, sayılabilen ya da ölçülebilen bir şeyin durumu, özelliği.

noktasal : Yuvarlak ve boyutları çok küçük im biçiminde olan, benek biçiminde olan.

O

objektif : Fotoğraf makinesi, dürbün, mikroskop gibi optik aygıtlarında, cisimlerden gelen ışınları alıp ekran üzerine yansıtan mercek ya da mercekler dizgesi.

optik : Fizik biliminin ışık olaylarını inceleyen kolu.

optik daire : Açı ölçümüne yarayan araç.

ortam : Bir eylemin yapılabilmesi için gerekli koşulların tümü

Ö

ölçek : Birim olarak kabul edilmiş olan herhangi bir şeyin alabildiği kadar ölçü. 2. Bir ölçü aracının üzerinde çizgilerle ayrılmış bölüm.

öncül : Bilimsel bir çalışma için işe başlanırken, araştırılması gerekli olmayan, doğru olduğu varsayılan önerme.

özdeş : Her türlü nitelik yönünden eş, eşit, benzer olan.

özgün : Yalnız kendine özgü bir nitelik taşıyan, orijinal, ibdai.

özkütle : Bir maddenin birim hacminin kütlesi.

P

palet : Tankın veya bazı iş makinelerinin her türlü arazide yol almasını sağlayan iki yanındaki tekerleklerini içine alan metal şerit, tırtıl.

parabolik : Bir düzlemde alınan sabit bir doğru ile sabit bir noktadan eşit uzaklıktaki noktaların geometrik yerleştirilmesiyle ilgili.

paratoner : Havadaki elektrik yükünü toprağa aktarmaya yarayan iletken araç.

periskop : Denizaltılarda, tanklarda, siperlerde kullanılan, görünmeksizin ve gözü çevirmeksizin bütün çevreyi görmeye olanak sağlayan optik aygıt.

piston : Bazı araçlarda, motorlarda bir silindir içinde düzenli hareket eden daha küçük çaplı silindir, itenek.

pompa : Hava veya herhangi bir akışkanı bir yerden başka bir yere aktarmaya yarayan makine.

porselen : Çanak çömlek yapımında kullanılan, kaolinden yapılma, beyaz, sert ve yarı saydam hamur.

prensip : İlke. Kendisinden başka bir şeyin çıktığı temel, köken; ilk neden, ilk öğe, başlangıç

projeksiyon : Bir ışık kaynağından çıkan ışınlarla bir ekran üzerinde görüntü oluşturma. 2.Bu yolla oluşturulmuş olan görüntü.

pürüz : Bir şeyin düzgünlüğünü bozan kabarcık, çıkıntı, gedik ya da kusur.

R

radyasyon : Elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerjinin emisyonu veya aktarımı.

radye temel : Yapının oturacağı zemine boydan boya betonarme temellerin oluşturulması işlemi.

rasathane : İçinde gökbilim aygıtları bulunan ve gök gözlemleri yapılan yapı, yer, gözlemevi.

reflektör : Yansıtıcı.

S

sağanak : Birdenbire başlayan, çok sulu olarak yağan kısa süreli yağmur.

sarmal : Dolana dolana oluşmuş, helis biçiminde olan dolantılı.

sarraf : Mesleği, altın ve gümüş para vb. alıp satmak, değerli kâğıt ticareti yapmak olan kimse.

selefon : Bir kaplama çeşidi. Ürünlere koruyucu özellik sağlar. Selefonlu üründe, baskı daha kalıcı olur, ürün daha az yıpranır ve yırtılması zorlaşır.

serap : Çölde, uzaktan su ve yeşillik gibi görünen ışık yanıltmacı.

sigorta : Elektrik devresinde akım çok güçlü olduğunda eriyerek güvenliği sağlayan kazayı önleyen nesne veya düzenek.

simetrik : Aralarında ya da parçaları arasında bakışım bulunan, bakışık, bakışımlı (İki ya da daha çok şey).

simülasyon : Taklit, benzer.

siren : İtfaiye, cankurtaran, polis arabası gibi taşıtlarda bulunan ve uyarıcı olarak kullanılan, tiz ses çıkaran aygıt, düdük.

soğurmak : İçine çekmek, emmek.

sterilizasyon : Bir yaranın, bir maddenin, laboratuvar ve ameliyat aygıt ve araçlarının, bir pansuman gerecinin taşıdığı ferment ve mikropları yok etme.

steteskop : Vücut içinde oluşan sesleri dinlemek için kullanılan tıbbi cihaz.

süreç : Bir olayın ya da olayların, işlemlerin belli bir sonuca doğru gidişi, düzenli olarak birbirini izleyen değişmelerle gelişip oluşması.

Ş

şema : Bir aletin, bir aracın veya bir biçimin ana çizgilerini gösteren çizim.

şematik : 1. Bir nesnenin, bir organın vb. genel düzenini gösteren. 2. Ana çizgilerine indirgenmiş.

T

tansiyon : Kan basıncı, gerilim.

takoz : Bir eşyanın, kıpırdamadan ya da dik durabilmesi için, eğilen yanına, altına yerleştirilen ağaç kama.

tanecik : Çok küçük boyutlu madde, cisim. Özdeği oluşturan belirli nicemsel özellikteki en küçük nesneciklerden her biri.

tayf : Işık bileşenlerinin dalga boyuna göre farklı kırılma dereceleri ile ayrılmasıyla oluşan renk bandı.

teğet : Bir eğrinin yanından geçen ve ona ancak bir noktada değen doğru.

tepegöz : Güçlü bir ışık aracılığıyla bir yazıyı, çizimi, resmi perdeye görüntü olarak yansıtan optik aygıt.

tsunami : Deniz ve okyanuslarda şiddeti büyük depremlerden sonra meydana gelen dev dalgalar.

türdeş madde : Aynı cins maddeden meydana gelen madde.

U

uzay : Tüm varlıkların içinde bulunduğu sonsuz boşluk.

V

vakum : Havası alınmış, boşluk.

vana : Boru içindeki bir akışkanın akışını durdurmaya veya serbest bırakmaya yarayan alet, valf.

vantuz : Altındaki havayı emerek yüzeye yapışan cisim.

varsayım : Belli bilgilere olanak sağlamak, bağlantıları anlaşılır kılmak, olayları açıklamak üzere geçici olarak konmuş bilimsel öneri, olayları geçici bir açıklama biçimi. Ancak deneyle yöntemli bir biçimde denetlendikten sonra geçerliliği kabul edilebilir.

Y

yer çekimi ivmesi : Dünya'nın çekim alanında serbest düşen bir cismin birim zamandaki hız değişimidir. g ile gösterilir.

yük miktarı : Bir maddede protonlardan daha fazla veya daha az elektronun derecesini ifade eden büyüklük.

yüksek gerilim : Yüzlerce volttan oluşan gerilim.

yüzey alanı : Bir cismi uzaydan ayıran dış ve yaygın bölümün alanı.

yönetmelik : 1. Bir kuruluşun çalışma yöntemini belirleyen kuralların tümü. 2. Bu kuralların yazılı olduğu belge, talimatname. 3. Yasa ve tüzüklerin uygulanmasını sağlamak amacıyla hazırlanan, düzenleyici kuralların yazılı olduğu resmî belge.

Z

zar : İnce perde veya örtü.

zemin : Taban, döşeme, yer.

DİZİN

A

B

C

Ç

D

E

F

G

I

İ

K

L

M

KAYNAKÇA

GENEL KAYNAKÇA

Kuhn, K. F. (2016). *Temel Fizik Herkes için Fizik* (İkinci Basımdan Çeviri b.). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Mazur, E. (2016). *Fizik İlkeler ve Pratikler* (1. Basımdan Çeviri b., Cilt 2). Ankara,: Nobel Yayıncılık.

Raymond A. Serway, R. J. (2011). *Fen ve Mühendislik için Fizik*, *Elektrik ve Manyetizma-Işık ve Optik* (Beşinci Baskıdan Çeviri b., Cilt 2). Ankara: Palme Yayıncılık.

Raymond A. Serway, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik için Fizik, Mekanik-Mekanik Dalgalar-Termodinamik* (Beşinci Baskıdan Çeviri b., Cilt 1). Ankara: Palme Yayıncılık.

Raymond A. Serway, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik için Fizik, Modern Fizik* (Beşinci Baskıdan Çeviri b., Cilt 3). Ankara: Palme Yayıncılık.

Raymond Chong, K. A. (2016). *Genel Kimya Temel Kavramlar.* Ankara: Palme Yayıncılık.

Walker, J. (2017). *Fiziğin Temelleri 1. Kitap*, Dokuzuncu Baskıdan Çeviri (B. G. Akınoğlu, H. M. Alev, Çev.) Ankara: Palma Yayıncılık.

Walker, J. (2017). *Fiziğin Temelleri 2. Kitap*, Dokuzuncu Baskıdan Çeviri (B. G. Akınoğlu, H. M. Alev, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

Walker, J. (2017). *Fiziğin Temelleri 3. Kitap*, Dokuzuncu Baskıdan Çeviri (B. G. Akınoğlu, H. M. Alev, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

Ortaöğretim Fizik Dersi 2018 Öğretim Programları

Türk Dil Kurumu (2011), *Türkçe Sözlük*, Ankara.

Türk Dil Kurumu (2012), *Yazım Kılavuzu,* Ankara

Not: Kaynakça Apa 6'ya göre düzenlenmiştir.

GENEL AĞ ADRESLERİ

- http://www.eba.gov.tr/video/izle/87955eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001 **Erişim Tarihi:** 01.09.2017 15.20
- http://library.cu.edu.tr/tezler/7569.pdf **Erişim Tarihi:** 11.01.2018 20.18
- http://yunus.hacettepe.edu.tr/~hucelik/fiz217/BOLUM-7-Y.pdf **Erişim Tarihi:** 10.11.2017 22.18
- http://gozlemevi.omu.edu.tr/depo/elektromanyetik_spektrum.pdf **Erişim Tarihi:** 09.11.2017 21.13
- https://neu.edu.tr/wp-content/uploads/2015/11/BMT-211-ders-notu-X-Isinlari.pdf **Erişim Tarihi:** 09.11.2017 19.13
- http://ninova.itu.edu.tr/tr/dersler/maden-fakultesi/1394/jeo-112/ekkaynaklar/ **Erişim Tarihi:** 08.11.2017 21.45
- https://www.afad.gov.tr/tr/4379/Deprem-Nedir **Erişim Tarihi:** 08.12.2017 21.12
- http://www.txstate.edu/news/news_releases/news_archive/2015/November-2015/TacomaNarrows110315.html#&gid=1&pid=3 **Erişim Tarihi:** 11.01.2018 20.45
- http://www.eba.gov.tr/video/izle/87955eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001 **Erişim Tarihi:** 08.12.2017 23.45
- http://www.fzk.yildiz.edu.tr/images/files/OPTIK_CALISMA%20KITABI.pdf **Erişim Tarihi:** 08.12.2017 22.12
- https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2439/mod_resource/content/1/Hafta04_Teleskoplar.pdf **Erişim Tarihi:** 28.12.2017
- web.itu.edu.tr/~onaygil/eut339/isik_fotometrik_buyuklukler.doc **Erişim Tarihi:** 04.02.2018 23.59

- https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/23776/mod_resource/content/0/Tayfcekerler_I.pptx **Erişim Tarihi:** 11.01.2018 20.18
- http://erzurum.edu.tr/Content/Yuklemeler/Personel/Ahmet_DUMLU/Makine_Muh._Icin_EE_Bilgisi9486.pdf **Erişim Tarihi:** 06.02.2018 20.18
- http://physics.science.ankara.edu.tr/files/2015/10/dunya.pdf **Erişim Tarihi:** 07.02.2018 11.18
- http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/gokyuzundeki-ates-kutup-isiklari **Erişim Tarihi:** 08.02.2018 11.05
- http://acikerisim.fsm.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11352/1752/Kay%C4%B1l%C4%B1.pdf?sequence=1 **Erişim Tarihi:** 09.02.2018 09.05
- http://phys.eng.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/611/2017/02/FZM254_140217.pdf **Erişim Tarihi:** 28.04.2019 21.05

GÖRSEL KAYNAKÇA

Kitap kapağı: shutterstock_54311485, shutterstock_120085894, shutterstock_150584408, shutterstock_561262645

1. ÜNİTE (ELEKTRİK VE MANYETİZMA)

1. **Bölüm kapağı:** dreamstime_xl_21506016 Görsel 1.**1:** dreamstime_xl_21782976 Görsel 1.**2:** dreamstime_xl_51378005 Görsel 1.**3:** dreamstime_xl_6085196
2. **Bölüm kapağı:** dreamstime_xl_98473524 Görsel 1.**4:** dreamstime_xl_64751149 Görsel 1.**5:** shutterstock_378971341 Görsel 1.**6:** dreamstime_xl_33430682 Görsel 1.**7:** dreamstime_xl_76413099 Görsel 1.**8:** dreamstime_xl_76413099 Görsel 1.**9:** shutterstock_53782150 Görsel 1.**10:** shutterstock_415774360 Görsel 1.**11:** shutterstock_758872999 Görsel 1.**12:** shutterstock_769470886
3. **Bölüm kapağı:** dreamstime_xl_64057494 Görsel 1.**13:** a) shutterstock_791491474 b) dreamstime_xl_78498758 Görsel 1.**14:** dreamstime_xl_22414342 Görsel 1.**15:** dreamstime_xxl_22414446
4. **Bölüm kapağı:** dreamstime_xl_33990461 Görsel 1.**17:** dreamstime_xl_81753145 Görsel 1.**18:** dreamstime_xl_66338760 Görsel 1.**19:** shutterstock_123655222.ai Görsel 1.**20:** shutterstock_179799344.ai Görsel 1.**21:** dreamstime_xl_5129786 Görsel 1.**22:** shutterstock_267500276 Görsel 1.**23:** shutterstock_159737393 Görsel 1.**24:** dreamstime_xxl_88484689 Görsel 1.**25:** dreamstime_xl_17149387 Görsel 1.**26:** dreamstime_xl_36242565 Görsel 1.**28:** a) dreamstime_xl_66338760 b) dreamstime_xl_86181438 c) shutterstock_488133628 ç) shutterstock_414904987 d) shutterstock_168064268 e) shutterstock_587742443 f) shutterstock_141060307 g) shutterstock_686333407 Görsel 1.**27:** Elazığ İl Kültür ve Turizm Müdürlüğünden temin edilmiştir.

Görsel Tasarımcılar Tarafından Hazırlanan Görseller

Ünite Kapağı, Görsel 1.**28:** ğ) Görsel Tasarım Uzmanı tarafından temin edilmiştir.

Genel Ağ Adresleri

Görsel 1.**16:** http://tsgphysics.mit.edu/pics/G%20Magnetic%20Fields/G12%20Wire%20Loop.jpg

2. ÜNİTE (BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ)

Ünite Kapağı: shutterstock_425204275

1. **Bölüm kapağı:** shutterstock_85802893 Görsel 2.**2:** shutterstock_635388473 2.**3:** dreamstime_xxl_101045137 Görsel 2.**4:** dreamstime_xxl_35438978 Görsel 2.**5:** dreamstime_xxl_96545524 Görsel 2.**6:** shutterstock_53101234 Görsel 2.**7:** shutterstock_243847951 Görsel 2.**9:** shutterstock_694519441 Görsel 2.**10:** dreamstime_xxl_14902952 Görsel 2.**11:** dreamstime_xxl_20471435 Görsel 2.**12:** shutterstock_653993584 Görsel 2.**13:** shutterstock_121046713 Görsel 2.**14:** dreamstime_xxl_73904485 Görsel 2.**15:** dreamstime_xxl_58514255 Görsel 1.**16:** shutterstock_563032111 Görsel 2.**17:** shutterstock_706033582 Görsel 2.**18:** shutterstock_561916714 Görsel 2.**19:** shutterstock_725247121

Görsel 2.**20:** dreamstime_xxl_2214974 Görsel 2.**21:** shutterstock_664068196 Görsel 2.**22:** shutterstock_296506142 Görsel 2.**23:** shutterstock_554400346 Görsel 2.**24:** shutterstock_59971969 Görsel 2.**25:** shutterstock_64369780 Görsel 2.**26:** dreamstime_xxl_53932457 Görsel 2.**27:** shutterstock_293419490 Görsel 2.**28:** dreamstime_xxl_93127479 Görsel 2.**29:** shutterstock_729658375 2. Görsel **30:** shutterstock_588349832 Görsel 2.**31:** dreamstime_xxl_90528225

2. Bölüm kapağı: shutterstock_529586650 Görsel 2.**32:** shutterstock_631562255 Görsel 2.**33:** shutterstock_383536759

Genel Ağ Adresleri

Görsel 2.**1:** httpswww.facebook.comDSI.4.Bolge.Mudurluguphotospcb.245992774070460624599274973 71297type=3&theater (DSİ 4. Bölge Müdürlüğü 09/04/2019 tarihli paylaşımdan)
Görsel 2.**7:** L_20170602121049630811 www.ssm.gov.tr.jpg

3. ÜNİTE (DALGALAR)

Ünite Kapağı: shutterstock_655379971

1. Bölüm kapağı: shutterstock_734745463 Görsel 3.**1:** shutterstock_697019860 Görsel 3.**2:** shutterstock_1102261193 Görsel 3.**3:** shutterstock_431149849 Görsel 3.**4:** shutterstock_528794569 Görsel 3.**5:** shutterstock_542228662 Görsel 3.**6:** shutterstock_203588044 Görsel 3.**7:** shutterstock_1073475029 Görsel 3.**8:** shutterstock_14841832 Görsel 3.**9:** shutterstock_318473210 Görsel 3.**10:** shutterstock_615333794 Görsel 3.**11:** shutterstock_737666005 Görsel 3.**12:** shutterstock_684102586 Görsel 3.**13:** shutterstock_641920864 Görsel 3.**14:** shutterstock_49232827 Görsel 3.**15:** shutterstock_405997141

2. Bölüm kapağı: shutterstock_768496843

3. Bölüm kapağı: shutterstock_194887898 Görsel 3.**16:** shutterstock_387507988 Görsel 3.**17:** shutterstock_281019260

4. Bölüm kapağı: shutterstock_708201505 Görsel 3.**18:** shutterstock_53547094 Görsel 3.**19:** shutterstock_768536572 Görsel 3.**20:** shutterstock_183286163 Görsel 3.**22:** shutterstock_452653414 Görsel 3.**23:** shutterstock_158832653

5. Bölüm kapağı: shutterstock_415473103. Görsel 3.**24:** shutterstock_356456381 Görsel 3.**25:** shutterstock_609087659

Genel Ağ Adresleri

Görsel 3.**21:** a) http://www.txstate.edu/news/news_releases/news_archive/2015/November-2015/TacomaNarrows110315.html#&gid=1&pid=1 b) http://www.txstate.edu/news/news_releases/news_archive/2015/November-2015/TacomaNarrows110315.html#&gid=1&pid=3 Görsel 3.**26:** https://www.afad.gov.tr/tr/24212/Turkiye-Deprem-Tehlike-Haritasi

4. ÜNİTE (OPTİK)

Ünite Kapağı: shutterstock_627746621

1. Bölüm kapağı: shutterstock_716396026 Görsel 4.**1:** dreamstime_xxl_21584824

2. Bölüm kapağı: http://karagozmuzesi.bursa.bel.tr/golge-oyunu/ Görsel 4.**3:** shutterstock_735812203 Görsel 4.**4:**shutterstock_38747188 Görsel 4.**5:** shutterstock_273865958

3. Bölüm kapağı: shutterstock_112980823 Görsel 4.**6:** a) shutterstock_348878495 b) shutterstock_419873752

4. Bölüm kapağı: shutterstock_780986917 Görsel 4.**7:** shutterstock_21848659 **4.** Deney görseli 123rf_28457290_xl

5. Bölüm kapağı: shutterstock_744672247 Görsel 4.**8:** shutterstock_723328258 Görsel 4.**9:** shutterstock_782409151

6. Bölüm kapağı: shutterstock_25304455 Görsel 4.**10:** shutterstock_316608152 Görsel 4.**11:** shutterstock_383570035 Görsel 4.**13:** shutterstock_294166130 Görsel 4.**14:** 123rf-29761469_xl Görsel 4.**15:** shutterstock_740804713

7. Bölüm kapağı: shutterstock_505282909 Görsel 4.**18:** a) shutterstock_178760096 b) shutterstock_515090530 c) shutterstock_526407493 Görsel 4.**19:** shutterstock_154175288 Görsel 4.**20:** shutterstock_192451649 Görsel 4.**21:** shutterstock_168205727 Görsel 4.**22:** shutterstock_69796273 Görsel 4.**23:** shutterstock_444321496 Görsel 2.**24:** shutterstock_79577491 Görsel 4.**25:** shutterstock_298568696

8. Bölüm kapağı: shutterstock_54550522 Görsel 4.**26:** shutterstock_26616976 Görsel 4.**27:** shutterstock_140529229 Görsel 4.**28:** shutterstock_15863071 Görsel 4.**29:** shutterstock_624345158

9. Bölüm kapağı: shutterstock_293479646 Görsel 4.**30:** shutterstock_681447937 Görsel 4.**31:** shutterstock_154094609 Görsel 4.**32:** shutterstock_513707521 Görsel 4.**33:** shutterstock_173334179

Genel Ağ Adresleri

Görsel 4.**2:** http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/cosmology.htm Görsel 4.**12:** http://tsgphysics.mit.edu/front/?page=demo.php&letnum=N%203 Görsel 4.**16:** http://www.eba.gov.tr/gorsel?icerik-id=7314472840e30a8824f729adeb5cee8a28492ca908001 Görsel 4.**17:** http://www.eba.gov.tr/gorsel?icerik-id=9631472840e30a8824f729adeb5cee8a28492ca908002

Tablo Kaynakçaları

Tablo **1.1:** Raymond A. Serway, R. J. (2011). Fen ve Mühendislik için Fizik, Elektrik ve Manyetizma-Işık ve Optik (Beşinci Baskıdan Çeviri b., Cilt 2). Ankara: Palme Yayıncılık.

Tablo **3.1**: Raymond A. Serway, R. J. (2016). Fen ve Mühendislik için Fizik, Mekanik-Mekanik Dalgalar-Termodinamik (Beşinci Baskıdan Çeviri b., Cilt 1). Ankara: Palme Yayıncılık.

Tablo **4.4:** Raymond A. Serway, R. J. (2011). Fen ve Mühendislik için Fizik, Elektrik ve Manyetizma-Işık ve Optik (Beşinci Baskıdan Çeviri b., Cilt 2). Ankara: Palme Yayıncılık.

Tablo **4.5:** Raymond A. Serway, R. J. (2011). Fen ve Mühendislik için Fizik, Elektrik ve Manyetizma-Işık ve Optik (Beşinci Baskıdan Çeviri b., Cilt 2). Ankara: Palme Yayıncılık.
Kuhn, K. F. (2016). Temel Fizik Herkes için Fizik (İkinci Basımdan Çeviri b.). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Karekod Uzantıları

Sayfa **20:** https://phet.colorado.edu/sims/resistance-in-a-wire/resistance-in-a-wire_tr.html
Sayfa **22:** https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc
Sayfa **26:** https://phet.colorado.edu/en/simulation/ohms-law
Sayfa **33:** https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_en.html
Sayfa **44:** https://phet.colorado.edu/sims/faraday/magnets-and-electromagnets_tr.jnlp
Sayfa **52:** http://www.eba.gov.tr/video/izle/26160553b6b32735840cc898aabc1216d6ed7d0432001
Sayfa **76:** http://www.eba.gov.tr/video/izle/25164248082eb539f495fb1d0f62ee681864e83e42001
Sayfa **77:** https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow
Sayfa **85:** http://www.eba.gov.tr/video/izle/926668cf688405cb2e748dca1aabdaef1a6e46a792005
Sayfa **92:** http://www.eba.gov.tr/video/izle/41145046a33bc3579455c99dfb6bafda6ee0b2d09c001
Sayfa **92:** https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow
Sayfa **99:** https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_tr.html
Sayfa **116:** https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html
Sayfa **171:** http://www.eba.gov.tr/video/izle/8134bd26702165fb34154b24306e6dd16080d9813a003
Sayfa **172:** http://www.koeri.boun.edu.tr/aheb/deprempark.asp
Sayfa **172:** http://www.koeri.boun.edu.tr/aheb/cokkapantutun.html
Sayfa **216:** http://www.eba.gov.tr/gorsel?icerik-id=94170a3f0230b4e474d67ac373979045e135163c0e003
Sayfa **220:** http://www.eba.gov.tr/gorsel?icerik-id=57040a3f0230b4e474d67ac373979045e135163c0e002
Sayfa **223:** https://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light
Sayfa **239:** https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_tr.html
Sayfa **240:** http://www.eba.gov.tr/gorsel?icerik-id=36910344be7b38b514815a7fe12de70fa380f63c0e001
Sayfa **242:** http://www.eba.gov.tr/gorsel?icerik-id=23230a3f0230b4e474d67ac373979045e135163c0e001

EKLER

KİTAPTA KULLANILAN BİRİM VE SEMBOLLERİ

Birimi	Sembolü
Coulomb	C
Joule	J
Newton	N
Watt	W
Gram	g
Saniye	s
Calori	cal
Candela	cd
Lümen	lm
Pascal	Pa
Hertz	Hz
Ohm	Ω
Metrekare	m^2
Tesla	T

Birimi	Sembolü
Litre	L
Kelvin	K
Derece Selsius	^oC
Kilogram	kg
Metre	m
Saat	h
Mol	mol
Amper	A
Lüx	lx
Atmosfer basıncı	Atm
Volt	V
Ohm·metre	Ω·m
Metreküp	m^3

BİRİMLERİN ÖN EKLERİ

Ön Ek İsmi	Sembol	Üstel Yazım	Kesirli Yazım	Ondalık Yazım
Mega	M	10^6		1 000 000
Kilo	k	10^3		1 000
Hekto	h	10^2		100
Deka	da	10^1		10
Temel Birim		10^0		1
Desi	d	10^{-1}	1/10	0,1
Santi	c	10^{-2}	1/100	0,01
Mili	m	10^{-3}	1/1 000	0,001
Mikro	µ	10^{-6}	1/1 000 000	0,000 001
Nano	n	10^{-9}	1/1 000 000 000	0,000 000 001